

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ

2

1971

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

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

Выходит 6 раз в год.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 2

(Год издания четырнадцатый)

Сдан в набор 8/II 1971 г. Подписан к печати 12/V 1971 г. Форм. бум. 70 × 108¹/₁₆.
Печ. л. 15,4. — 3 вкл. Физ. л. 11. Уч. изд. л. 15,71, Тираж 2200.
Сл. 00362. Заказ № 336. Цена 1 руб.

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

ПРЕТВОРИМ РЕШЕНИЯ XXIV СЪЕЗДА КПСС В ЖИЗНЬ!

XXIV съезд Коммунистической партии Советского Союза явился крупнейшим событием в политической жизни нашей страны и всей планеты. Съезд целиком и полностью одобрил политическую линию и практическую деятельность Центрального комитета Партии внутри страны и на международной арене. Подводя итоги восьмой пятилетки, съезд с большим удовлетворением отметил, что в истекшей пятилетке сделан новый крупный шаг по пути к коммунизму, вновь проявились неоспоримые преимущества социалистического общественного строя.

В отчетном докладе ЦК КПСС, с которым выступил Генеральный секретарь ЦК Л. И. Брежнев, в докладе Председателя Совета Министров СССР А. Н. Косыгина, в выступлениях делегатов съезда дан глубокий анализ наших достижений, определены важнейшие перспективные задачи. Основное внимание съезда было сосредоточено на выработке программы деятельности Партии и всего народа на 1971—1975 гг. В Резолюции съезда по отчетному докладу ЦК КПСС говорится: «Девятая пятилетка должна стать важным этапом в борьбе партии и народа за дальнейшее продвижение советского общества по пути к коммунизму, в строительстве его материально-технической базы, укреплении экономической и оборонной мощи страны. Главная задача пятилетки состоит в том, чтобы обеспечить значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства, повышения его эффективности, научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда».

В новой пятилетке предусмотрено гармоничное развитие всего народного хозяйства СССР. Дальнейшее развитие получают и все отрасли лесной промышленности, лесное хозяйство. В новом пятилетии коэффициент полезного использования древесины на основе ее комплексной химической и механической переработки намечено повысить до 75%. Производство древесных плит увеличится в 2,8—2,9 раза, целлюлозы — в 1,7, бумаги — в 1,3, мебели — в 1,6 раза. Производство деловой древесины будет доведено до 87% от общего объема вывозки.

Чтобы выполнить эти задания, потребуются большие усилия и производства, и науки. Основными направлениями научных исследований должны стать: в лесном хозяйстве — повышение продуктивности лесов; в лесоэксплуатации — создание высокопроизводительных и надежных машин, полностью исключающих ручной труд; в области механической переработки древесины — создание новых видов материалов и изделий из древесины, совершенствование оборудования, технологии и организации производства; в химической переработке древесины — совершенствование существующих и разработка новых методов химической технологии, глубокие теоретические исследования химической природы всех компонентов древесины, обеспечивающие наиболее рациональное их использование в промышленности. Работники кафедр общественных наук должны оказать действенную помощь производству в решении сложных проблем труда, экономического стимулирования, эффективности капиталовложений и др.

В решениях съезда подчеркнута: «Развертывая широким фронтом научные исследования, нужно концентрировать усилия ученых на ре-

шении наиболее важных проблем, укреплять связь науки с практикой коммунистического строительства, ускорять применение ее достижений в народном хозяйстве. Необходимо всемерно повышать эффективность работы институтов, кафедр и лабораторий, добиваться создания в каждом научном коллективе подлинно творческой обстановки, атмосферы плодотворных дискуссий, взаимной требовательности ученых. Следует укреплять взаимодействие ученых, работающих в области естественных, технических и общественных наук». В материалах съезда отмечено, что экономический эффект от использования в народном хозяйстве достижений науки и техники составит за пятилетие 40—42 млрд. руб. Свой вклад в это большое государственное дело внесут и лесотехнические вузы. Необходимо решительно бороться за быстрое внедрение результатов исследований в производство, за достижение максимального экономического эффекта.

Прогресс техники неотделим от всестороннего развития советского человека, человека — труженика и творца. Поэтому программа развития всех форм образования и подготовки кадров является важной составной частью всего пятилетнего плана. «В области высшего и среднего специального образования, — говорится в Резолюции XXIV съезда, — требуется шире развернуть подготовку кадров по новым и перспективным направлениям науки и техники, лучше вооружать молодых специалистов современными знаниями, навыками организаторской и общественно-политической работы, умением применять полученные знания на практике. Все дело образования и воспитания молодежи должно служить формированию у новых поколений коммунистических убеждений и морали, беспредельной преданности социалистической Родине».

Инженер, выпускник советского вуза, должен отлично знать технику и технологию своего производства, хорошо ориентироваться в направлениях технического прогресса, иметь хорошую общетеоретическую, математическую и экономическую подготовку, владеть современной вычислительной техникой и уметь применять ее в технических расчетах, экономических обоснованиях и в управлении производством, развить в себе качества руководителя.

Работа XXIV съезда КПСС и его решения вызвали огромный подъем творческой активности всего советского народа. Документы съезда — блестящий образец глубокого марксистско-ленинского анализа современного этапа развития нашего общества и всего человечества. Сейчас необходимо организовать вдумчивое изучение материалов съезда, органически ввести их в читаемые курсы, повседневно руководствоваться ими в научно-исследовательской, методической и воспитательной работе, организовать выступления преподавателей и студентов перед трудящимися с лекциями по материалам съезда. Вместе со всеми трудящимися Страны Советов преподаватели лесотехнических вузов принимают повышенные социалистические обязательства по всестороннему улучшению работы.

Преподаватели и ученые вузов! Активно включайтесь в борьбу за ускорение научно-технического прогресса, за подготовку высококвалифицированных специалистов! Всемерно укрепляйте связь науки с производством, быстрее внедряйте в народное хозяйство достижения науки и техники!

Все силы на выполнение решений XXIV съезда КПСС!

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.5

СОРИМЕНТНАЯ СТРУКТУРА КУЛЬТУР ДУБА
В ТУЛЬСКИХ ЗАСЕКАХ

М. В. ДАВИДОВ

Украинская сельскохозяйственная академия

По результатам исследований, проведенных в 1966—1967 гг. в Крапивенском лесхозе [1], расположенном в южной части Тульских засек, были установлены особенности роста культур дуба, созданных по коридорному методу А. П. Молчанова.

Объектом исследования послужили смешанные культуры дуба в возрасте от 11 до 108 лет, высокого класса бонитета (I—II) и хорошей полноты (0,8—1,0).

В Крапивенском лесничестве в пределах верхней и средней мезозон произрастают культуры дуба I класса бонитета с характерной примесью липы и ясеня в составе I яруса, а в Крюковском лесничестве того же лесхоза — на более пониженных местоположениях (нижняя мезозона) — культуры дуба II класса бонитета, для которых характерно отсутствие ясеня в составе основного полога насаждения [2].

Для изучения особенностей роста исследуемых культур было заложено 14 пробных площадей и срублено свыше 50 модельных деревьев. Собранный материал положен в основу таблиц хода роста, составленных с учетом условий местопроизрастания.

В интересах практики наше исследование необходимо было дополнить сведениями о сориментной структуре изучаемых насаждений. С этой целью на 9 пробных площадях в возрасте от 47 до 108 лет были учтены фаутные и дровяные деревья. Это имеет особое значение для дубовых древостоев Тульских засек, где дуб и яшень в суровые зимы нередко побиваются морозом. На некоторых стволах образуются морозобойные трещины, и деревья становятся фаутными [2].

Собранный нами материал позволил с помощью сориментных таблиц выявить сориментную структуру исследуемых насаждений в абсолютных величинах и в процентах к общей стволовой массе. В табл. 1 приведены данные о выходе деловой древесины в зависимости от возраста и среднего диаметра.

Таблица 1

№ пробы	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Выход сориментов, % от общего запаса стволовой древесины						
			пиловочник	фанерно-клепочный криж	мелко-товарная древесина	итого деловой	дрова	мочало (луб)	отходы
1	51	18,5	50,9	—	16,1	67,0	14,5	8,2	10,3
2	55	20,6	57,6	—	11,1	68,7	14,5	6,5	10,3
3	47	20,7	55,0	—	9,1	64,1	19,7	9,3	6,9
4	73	24,8	62,2	1,2	3,6	67,0	17,9	4,6	10,5
5	66	25,8	59,9	2,6	2,9	65,4	19,7	6,9	8,0
6	73	29,4	54,8	11,2	1,1	67,1	18,7	2,5	11,7
7	105	34,6	51,4	20,1	0,1	71,6	12,8	4,8	10,8
8	108	35,7	55,0	12,6	0,2	67,8	19,2	4,8	8,2
9	98	36,4	48,2	17,1	0,5	65,8	20,6	4,4	9,2

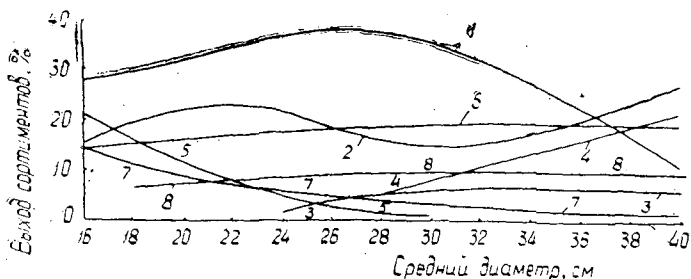


Рис. 1.

1 — пиловочник (дуб); 2 — пиловочник (липа); 3 — пиловочник (прочие породы); 4 — спецсортименты; 5 — мелкотоварная древесина; 6 — дрова; 7 — мочало; 8 — отходы.

Анализируя данные таблицы, можно заметить некоторую связь между средними диаметрами культур и процентом выхода сортиментов; более наглядно это показано на рис. 1.

Процент выхода пиловочника повышается только до определенного возраста (60—70 лет), когда средний диаметр насаждения 25—26 см. После этого выход пиловочника уменьшается, но увеличивается выход фанерно-клепочного кряжа.

Определенная закономерность наметилась и в выходе мелкотоварной древесины. Если в 50-летнем возрасте, при среднем диаметре древостоя 18—19 см, выход ее составляет 16%, то к 100-летнему возрасту он выражается лишь долями процента.

Итоговый выход деловой древесины более или менее постоянен и соответствует второму классу товарности (за исключением одной пробы со 105-летним древостоем). С увеличением среднего диаметра выход дров возрастает от 14,5 до 20,6%, выход мочала (луба) постепенно уменьшается с 8,2 до 4,4%, величина отходов остается более или менее неизменной.

В табл. 2 даны выравненные величины процентов выхода деловой и дровяной древесины в зависимости от среднего диаметра исследуемых культур дуба.

Таблица 2

Средний диаметр, см	Выход сортиментов, % от запаса стволовой древесины									
	пиловочник	в том числе по породам			фанерно-клепочный кряж	мелкотоварная древесина	итого деловой древесины	дрова	мочало (луб)	отходы
		дуб	липа	прочие породы						
18	50,0	30,0	20,0	—	—	16,2	66,2	15,5	10,8	7,5
20	55,0	32,0	23,0	—	—	11,4	66,4	16,5	9,1	8,0
22	58,5	35,0	23,5	—	—	8,1	66,6	17,5	7,4	8,5
24	60,5	37,5	21,0	2,0	1,7	4,5	66,7	18,0	6,3	9,0
26	60,5	37,8	18,7	4,0	4,0	2,3	66,8	19,0	4,7	9,5
28	59,5	37,5	16,0	6,0	6,0	1,5	67,0	19,5	4,0	9,5
30	58,0	35,6	15,4	7,0	8,0	1,2	67,2	19,7	3,1	10,0
32	56,0	33,3	15,7	7,0	11,0	0,3	67,3	20,0	2,7	10,0
34	54,0	29,2	17,8	7,0	13,5	—	67,5	20,0	2,5	10,0
36	51,5	23,8	20,7	7,0	16,1	—	67,6	20,0	2,4	10,0
38	49,0	18,4	23,6	7,0	18,8	—	67,8	20,0	2,2	10,0

Располагая данными о ходе роста, средних диаметрах и запасах исследуемых культур, а также товарной таблицей, легко построить таблицу динамики товарности насаждений (табл. 3); пользуясь ею,

Таблица 3

Возраст, лет	Средний диаметр, см	Запас стволовой древесины, м ³ на 1 га	Деловая древесина, м ³	В том числе пиловочник, м ³				Фанерно-клепочный кряж, м ³	Мелко-товарная древесина, м ³	Дрова, м ³	Мочало (липа), м ³	Отходы, м ³
				дуб	липа	прочие породы	итого					
50	20,8	243	162	81	56	1	138	—	24	41	20	20
60	24,6	294	196	110	60	8	178	7	11	54	17	27
70	28,0	335	224	126	54	19	199	19	6	65	14	32
80	30,8	369	248	127	57	26	210	35	3	73	11	37
90	33,2	394	266	122	66	28	216	50	—	79	10	39
100	35,2	415	280	110	80	29	219	61	—	83	10	42
110	36,5	430	291	97	92	30	219	72	—	86	10	43

Крапивенское лесничество, липово-ясеневая дубрава I класса бонитета

Крюковское лесничество, ранне-липовая дубрава II класса бонитета												
50	17,9	239	159	84	36	—	120	—	39	37	25	18
60	21,2	276	183	117	39	—	156	—	27	47	23	23
70	24,4	306	205	147	38	—	185	7	13	56	18	28
80	27,4	332	221	151	46	—	197	18	6	64	14	32
90	30,3	355	237	147	56	—	203	30	4	70	11	36
100	33,1	375	252	137	69	—	206	46	—	75	10	38
110	35,2	395	267	127	82	—	209	58	—	79	9	40

Таблица 4

Возраст, лет	Вся деловая древесина, м ³		Пиловочник, м ³		Фанерно-клепочный кряж, м ³	
	по классам боните					
	I	II	I	II	I	II
50	3,24	3,16	2,76	2,40	—	—
60	3,27	3,06	2,97	2,60	0,12	—
70	3,20	2,93	2,85	2,64	0,27	0,10
80	3,10	2,77	2,63	2,46	0,44	0,23
90	2,96	2,63	2,40	2,25	0,55	0,33
100	2,80	2,52	2,19	2,06	0,61	0,46
110	2,77	2,43	1,98	1,90	0,65	0,53

нетрудно установить и возраст технической спелости, для чего вычислены величины среднего прироста по всей деловой древесине, пиловочнику и фанерно-клепочному кряжу (табл. 4).

По выполненной работе можно сделать следующие выводы.

1. Исследуемые культуры дуба по сортиментной структуре относятся к 2-му классу товарности.

2. Составленная товарная таблица отображает выход промышленных сортиментов в дубовых древостоях Тульских заповедников и может быть использована при очередных лесоустроительных работах в данном лесном массиве.

3. Количественная спелость исследуемых культур, а также техническая их спелость по пиловочнику (и всей деловой древесине) наступает в IV классе возраста (61—70).

Техническая спелость по крупной деловой древесине, если исходить из среднего прироста фанерно-клепочного кряжа, не наступает еще в 110-летнем возрасте, хотя текущий прирост по данному сортименту кульминирует уже в 90—100 лет.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. В. Давидов. Исследование хода роста культур дуба в Тульских засеках. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1970. [2]. И. П. Пряхин. Тульские засеки. Гослесбумиздат, М., 1960.

Поступила 20 февраля 1969 г.

УДК 634.0.5

К ВОПРОСУ О БИОМЕТРИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СПЕЛОСТИ ЛЕСА

В. М. ИВАНЮТА

Московский лесотехнический институт

Зная соотношение сортиментов в общем запасе и корневую ценность объемной единицы каждого из них, — указывает М. М. Орлов, — можно определить ценность всего насаждения; разделением ее на запас получаем «качественную цифру» [5]. В прошлом возраст хозяйственной спелости леса находили по наибольшему значению произведения качественной цифры на средний прирост. Проанализируем этот вопрос на новой научной, биометрической основе [1].

При определении качественной цифры значение запаса находится в знаменателе, среднего прироста — в числителе. Следовательно, при умножении названных величин запас можно сократить, и тогда возраст хозяйственной спелости определится по наибольшему значению среднего прироста корневой ценности древостоя.

С другой стороны, известно, что корневая ценность или таксовая стоимость древостоя зависит не только от лесотаксовых поясов и разрядов, но также от соотношений дровяной и деловой древесины в древостоях. В подавляющем числе случаев доля дровяной древесины в сосновых древостоях незначительна и ее ценность не имеет большого значения при определении общей корневой ценности древостоя.

Таксовая стоимость деловой древесины зависит от того, сколько в древостое крупной, средней и мелкой деловой древесины. Опираясь на вероятностный (биометрический) закон Пуассона [3], сортиментные таблицы Н. П. Анучина и лесные таксы, мы подсчитали биометрическую ценность (руб.—коп.) 1 м^3 деловой древесины без коры в сосновых древостоях, имеющих разные средние диаметры. В табл. 1 в качестве примера приведены эти оценки для 2-го разряда такс.

Ранее было показано [2], что при определении положения древостоя в бонитетно-квалитетной классификации леса целесообразно использовать новое понятие о «константе квалитета леса», характеризующей лесоводственно-экономический или просто лесотаксовый потенциал древостоя. Ее определяют делением среднего диаметра древостоя на корень квадратный из его возраста.

Отсюда возраст древостоя можно находить по квадрату отношения среднего диаметра древостоя к константе квалитета леса. Применительно к типологической схеме И. С. Мелехова [4], в малопродуктивных типах леса (в древостоях IV и V классов бонитета) константа квалитета леса изменяется от 1 до 2; в типах леса средней продуктивности (II и III классов бонитета) — от 2 до 3 и высокопродуктивных (I и Ia классов) — от 3 до 4 и более.

В пределах квартала древостои могут иметь разные запасы, средние диаметры и возрасты, а следовательно, и разные константы квалитета. К тому же в хозяйстве всегда имеются совокупности кварталов-

Таблица 1

Средние диаметры древостоев, см	Лесотаксовые пояса						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
12	3-06	2-34	2-01	1-47	0-84	0-48	0-27
14	3-22	2-49	2-11	1-54	0-87	0-50	0-29
16	3-35	2-60	2-20	1-60	0-90	0-53	0-30
18	3-46	2-70	2-28	1-65	0-93	0-54	0-31
20	3-56	2-79	2-34	1-70	0-95	0-56	0-32
22	3-66	2-88	2-41	1-75	0-98	0-58	0-33
24	3-74	2-96	2-48	1-79	1-01	0-59	0-34
26	3-82	3-03	2-53	1-83	1-03	0-61	0-35
28	3-88	3-09	2-58	1-86	1-05	0-62	0-36
32	3-99	3-20	2-66	1-92	1-09	0-64	0-37
36	4-07	3-28	2-72	1-97	1-12	0-66	0-38
40	4-14	3-34	2-77	2-01	1-14	0-67	0-38
44	4-18	3-38	2-81	2-03	1-15	0-68	0-39
48	4-22	3-42	2-84	2-05	1-17	0-68	0-39
52	4-24	3-44	2-85	2-06	1-18	0-69	0-39

леса, отнесенных к разным разрядам такс. Поэтому определение хозяйственной спелости леса представляется делом значительно более сложным, чем установление других видов спелости леса. И тем не менее ее биометрический анализ весьма целесообразен, поскольку хозяйственная спелость леса — один из наиболее содержательных показателей лесохозяйственного производства.

Обсудим принципиальную схему расчета хозяйственной спелости леса. В отличие от предложений В. И. Перехода [6], М. М. Трубникова [7], А. А. Цымека, В. И. Воронина и др., нам она представляется следующим образом. В зависимости от интенсивности лесного хозяйства лесной фонд в нашей стране подразделен на семь лесотаксовых поясов, корневая ценность леса в которых различна. Изменение ее по поясам показано в табл. 1.

В пределах каждого лесотаксового пояса она, кроме того, изменяется по разрядам такс. Было бы важно в пределах лесничества, лесхоза, областного управления, республики распределить объемы деловой древесины (например, для соснового хозяйства) по качествам, возрасту и разрядам такс. Константу качества леса при этом следует вычислять до одного знака после запятой. Умножив объемы деловой древесины на соответствующую таксовую ценность объемной единицы, то есть на биометрическую цену (табл. 1) в пределах каждого значения константы качества и возраста, мы получили бы расчетную базу для дальнейшего биометрического анализа хозяйственной спелости леса, для новых обобщений в этой важнейшей области лесохозяйственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Иванюта. Введение в лесную биометрию. МЛТИ, 1969. [2]. В. М. Иванюта. Новая схема математических качествен лес. Материалы научно-технической конференции, МЛТИ, 1969. [3]. В. М. Иванюта. Определение числа стволов в ступенях толщины при помощи вероятностного закона Пуассона. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1967. [4]. И. С. Мелехов. Рубки главного пользования. Изд-во «Лесная промышленность», 1966. [5]. М. М. Орлов. Лесоустройство. Т. II, изд-во «Лесное хозяйство и лесная промышленность», 1928. [6]. В. И. Переход. Основы экономики лесоводства. Киев, 1958. [7]. М. М. Трубников. Экономическая спелость леса и организация лесохозяйственного производства. Изд-во «Лесная промышленность», 1969.

УДК 634.0.232

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУР ЕЛИ НА НЕЗАДЕРНЕВШИХ ВЫРУБКАХ БЕЗ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ

Н. И. ЛОГВИНЕНКО

Ленинградская лесотехническая академия

Возможность выращивания еловых культур на неподготовленной почве вырубок мы изучаем с 1962 г. [1], [2], [4]. По описываемому в статье методу уже заложено 9,1 га. Исследования проводятся на вырубках елово-лиственных и лиственно-еловых насаждений черничникового и травяного типов в Кубинском лесничестве Череповецкого лесхоза Вологодской области.

Во второй половине мая 1962 г. в порядке производственного опыта высажены первые культуры ели без подготовки почвы на площади 4,5 га. Вырубка незадерневшая, из-под березово-осинового насаждения со вторым еловым ярусом. Тип леса травяной, почвы — маломощные свежие суглинки. Местные сеянцы 3-летнего возраста посажены под меч Колесова с заглублением корневой шейки на 3—5 см (в зависимости от толщины подстилки). Посадка рядовая через 2,5 м, в ряду через 2 м группами из трех штук. На 1 га высаживали 6 тыс. сеянцев. Для сравнения служат культуры, заложенные в аналогичных условиях в площадки ручной подготовки размером 0,7 × 0,7 м. Опытные и контрольные культуры не дополняли.

Восьмилетние наблюдения показали возможность выращивания культур ели без подготовки почвы, и преимущество их перед культурами на подготовленной почве. Культуры на неподготовленной почве находятся в лучших водно-почвенных условиях, чем в площадках. В настоящее время ель растет вместе с березой и осиной, естественно появившимися. Лиственные стимулируют рост ели [3], [5]. Как опытные, так и контрольные культуры находятся в хорошем состоянии, но таксационные показатели опытных выше.

Так, 8-летние культуры ели, созданные без подготовки почвы, имеют диаметр у шейки корня $13,4 \pm 0,7$ мм, высоту — $66,5 \pm 2,8$ см; текущий прирост по высоте, средний за 1965—1969 гг., — $8,5 \pm 0,4$ см; сохранность — 65,2%; контрольные соответственно $10,0 \pm 0,2$ мм; $46,5 \pm 1,7$ см; $6,0 \pm 0,4$ см; 55,3%.

Отклонение в ходе роста культур наблюдается с первого года посадки. Расхождение больше проявляется при неблагоприятных погодных условиях. В дождливые периоды площадки заливаются водой, в засушливые почва пересыхает. Запас питательных веществ на площадках меньше, так как при подготовке почвы с них удаляют подстилку и часть гумусного слоя. При посадке без подготовки почвы гумусный слой и подстилка сохраняются полностью, что особенно важно, так как все осадки переводятся во внутрпочвенный сток, в засушливое время подстилка является хорошим мульчирующим покровом, по мере ее минерализации почва пополняется питательными веществами. Неблагоприятные условия вегетации воздействуют в меньшей степени. Все это положительно сказывается на приросте и приживаемости (рис. 1).

Аналогичные результаты получены при сравнении с культурами на пластах, подготовленных плугом ПКЛ-70. При благоприятных условиях не обнаруживается отклонений в сезонном ходе роста опытных и контрольных культур. Но при переувлажнении или пересыхании пласта, особенно на торфянистых почвах, прирост по высоте резко падает. Корневая система у елочек на пластах удлиненная, мало разветвленная, пронизывает пласт до нетронутых слоев почвы и часто загибается в сторону борозды, где почва более увлажнена.

В засушливый вегетационный период у части саженцев корни не успевают прорасти через пласт. Этим объясняется большой отпад. В неподготовленной почве дефицит влаги меньше, поэтому корневая система культур короче, но мочковатая, с большим количеством сосуших окончаний. Текущий прирост по высоте в первый год посадки у них выше на 45%, приживаемость — на 4%. На неподготовленной почве нет опасности выжимания саженцев морозом, тогда как в аналогичных условиях на пласте 14,8% однолетних культур подверглось выжиманию. Действие напочвенных заморозков сказывается одинаково, независимо от способа подготовки почвы, но с наступлением благоприятных периодов культуры на неподготовленной почве оправляются быстрее.

При плохой весне в год посадки саженцы на неподготовленной почве трогаются в рост раньше на 2—3 дня. Со второго года этой зависимости не прослеживается. Окончание вегетационных периодов совпадает.

В первый год культуры на неподготовленной почве ухода не требуют, так как на вырубках нет злаковой растительности, и деревья успевают окрепнуть. Появляющиеся широколистные травы не оказывают угнетающего действия и частично защищают от солнечных ожогов. В жаркие июльские дни разница в температурах припочвенного слоя воздуха на пластах и неподготовленной почве, по нашим наблюдениям, доходила до 6,6°C. Пласт сильнее зарастает сорной растительностью, на нем быстрее появляются злаки. Так, на 2-летней вырубке с 1 м² неподготовленной почвы собрано 136 г воздушно сухой массы, пласта — 158,5 г.

Посадка 3-летних сеянцев дает лучшие результаты, чем посадка 2-леток.

Результаты наших исследований позволяют рекомендовать более широкую производственную проверку выращивания культур ели без подготовки почвы по незадерневшим вырубкам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Е. Декатов. Простейшие мероприятия по возобновлению леса при централизованных рубках. Л., 1936. [2]. Н. П. Калининченко, А. И. Писаренко, Н. А. Смирнов. Лесовосстановление и лесовыращивание. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [3]. М. В. Колесниченко. Биохимические взаимодействия древесных растений. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [4]. И. С. Мелехов.

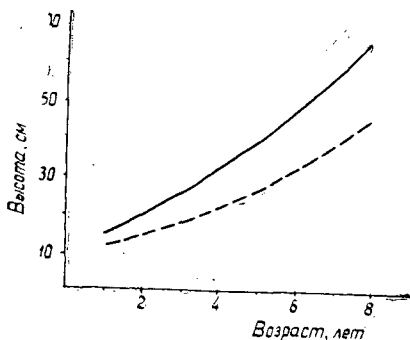


Рис. 1. Ход роста по высоте культур ели на неподготовленной почве (сплошная линия) и в площадках (пунктир).

Рубки и возобновление леса на Севере. Архангельское книжное издательство, 1960.
[5]. М. Н. Прокопьев. Подрост ели и его использование для восстановления леса. Гослесбумиздат, 1963.

Поставила 2 ноября 1970 г.

УДК 634.0.266

МЕЛИОРАТИВНАЯ РОЛЬ БЕРЕГОЗАЩИТНОЙ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ САРАТОВ — АСТРАХАНЬ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ РОСТА

Е. С. СПИРИДОНОВ

Кичишевский сельскохозяйственный институт

В защитной зоне Волгоградского водохранилища создаются лесные насаждения и простейшие гидротехнические сооружения, которые уменьшают поверхностный сток талых вод во время весеннего снеготаяния и защищают водохранилище от заиления. Помимо этого, с 1953 г. вдоль берегов создается лесная полоса Саратов — Астрахань 100-метровой ширины. Мелиоративная роль этой лесополосы изучена мало, поэтому мы поставили цель исследовать ее защитные функции (в районе г. Камышина, Волгоградской области). Нас интересовало распределение снежного покрова в лесополосе по ее ширине. Этот вопрос в литературе освещен недостаточно, хотя в зависимости от снеготложения изменяются мелиоративные функции полосы (кольматаж, впитывающая способность почв и др.) и особенно рост и устойчивость древесных пород в зоне недостаточного увлажнения.

Снегомерные съемки в лесной полосе были проведены в марте 1964, 1965 и 1966 гг. Поперечный профиль снежного покрова в изучаемой полосе показан на рис. 1, из которого видно, что снег в полосе распределялся очень неравномерно. С северо-западной стороны лесополосы собирается снега больше, чем с юго-восточной, что объясняется направлением метелистых ветров в зимний период. Сугробы снега достигают высоты 2 м, и вершина снеговых отложений размещается на расстоянии 20 м от северо-западной опушки. К центру лесополосы высота снежного покрова уменьшается до 55 см. Ближе к юго-восточной стороне полосы высота снежного покрова постепенно увеличивается и достигает максимальной величины 113 см (данные 1964 г.).

Снегомерная съемка, проведенная в марте 1965 г., показала, что снежный шлейф, образовавшийся у северо-западной опушки лесополосы, заходит в глубь ее на 15 м, достигнув при этом максимальной величины 74 см. В центральных рядах снег распределен равномерным слоем и только около юго-восточной опушки наблюдается небольшое увеличение высоты снежного покрова.

Запасы воды в снежном покрове изучаемой лесной полосы показаны в табл. 1, из которой видно, что в крайних рядах на расстоянии 30 м от северо-западной опушки лесной полосы запас воды в снеге в 2,2—2,8 раза больше, чем в центральных рядах.

Поскольку в засушливой зоне Юго-Востока лесные насаждения испытывают недостаток влаги, то аккумуляция снега в насаждениях способствует увлажнению почвенного покрова, а также улучшает условия роста и развития древесных и кустарниковых пород. В табл. 2 показан характер весеннего увлажнения почвогрунтов, зависящий от мощности снежного покрова.

Таблица 1

Расстояние от северо-западной опушки, м	Средняя высота снежного покрова, см	Плотность снега	Запас воды в снеге, мм
0—30	157	0,35	541,5
	52	0,27	140,4
40—60	76	0,26	197,6
	30	0,21	63,0
80—100	107	0,28	299,6
	41	0,21	86,1

Примечание. В числителе данные за 1964 г.; в знаменателе — за 1965 г.

Таблица 2

Расстояние от северо-западной опушки, м	Запас влаги, м ³ /га						Количество влаги, м ³ /га, поглощенной в зимне-весенний период		
	28. X 1963 г.	25. IV 1964 г.	29. X 1964 г.	23. IV 1965 г.	26. X 1965 г.	22. IV 1966 г.	1963/64 г.	1964/65 г.	1965/66 г.
	0—30	1245	2662	1366	2679	1276	2437	1417	1313
40—60	1064	2185	1332	2275	1057	2127	1121	943	1070
80—100	1145	2944	1172	2460	1312	2442	1799	1288	1130

Полученные данные показывают, что в лесной полосе Саратов — Астрахань прослеживается дефицит почвенной влаги, который раньше всего проявляется в центральных рядах на расстоянии 40—60 м от опушки; подверженной воздействию метелистых ветров в зимний период.

Изучение роста дуба обыкновенного в зависимости от его расположения в лесной полосе Саратов — Астрахань проводили на пробной площади 0,15 га с охватом насаждения по всей его ширине. Для исследования хода роста брали модельные деревья в каждом ряду, которые нумеровали от северо-западной опушки лесной полосы. Полученные данные показывают, что дуб обыкновенный в 11-летнем возрасте имеет в крайних рядах среднюю высоту 442 см (1—3-й ряды) и 414 см (16—18-й ряды), а в средних — только 262 см (9—10-й ряды), то есть на 41% меньше. Диаметр на высоте груди в крайних рядах равен 8,9 см (1—3-й ряды) и 4,0 см (16—18-й ряды), а в средних рядах — 2,3 см, то есть на 43% меньше.

Данные анализа хода роста показывают, что отставание деревьев в центральных рядах начинает резко проявляться в возрасте 4—5 лет. В дальнейшем оно прогрессирует и может привести к выпадению древесных растений, произрастающих в центральных рядах. Если в крайних рядах дуб обыкновенный в возрасте 5 лет имеет высоту 230 см (3-й ряд), то в центральных — 143 см (9-й ряд). В нарастании ствола по диаметру наблюдается такая же закономерность. В крайних рядах дуб в возрасте 5 лет имеет диаметр 0,9 см (3-й ряд), а в середине лесной полосы — 0,5 см (9-й ряд).

Текущий прирост по диаметру и высоте в крайних рядах больше, чем в центральных. Если в первом ряду текущий прирост по диаметру в возрасте 6 лет составляет 0,5 см, в 7 лет — 0,8 см, в 8 лет — 0,5 см, то в центральном (9-й ряд) в том же возрасте соответственно — 0,2; 0,1 и 0,2 см, то есть в 2—4 раза меньше. Такая же картина наблюдается и в приросте по высоте. В возрасте 6 лет в 1-м ряду он составляет

75 см, в 7 лет — 50 см, в 8 лет — 50 см, а в центральных рядах соответственно 15; 12 и 12 см (9-й ряд), то есть в 3—5 раз меньше.

Общая закономерность выражается в том, что в центральных рядах в возрасте 6—9 лет начинает резко проявляться отставание по текущему приросту диаметра и высоты в сравнении с крайними рядами. Такое отставание может быть объяснено только дефицитом почвенной влаги, который более резко проявляется в центральных рядах. Следовательно, в зоне каштановых почв массивные насаждения или насаждения в виде широких полос малоустойчивы. Ширину лесных полос в условиях засушливого Юго-Востока следует назначать в зависимости от водообеспеченности их. В пределах водосборной площади Волгоградского водохранилища берегозащитные лесные полосы должны быть неширокими (20—30 м) и обладать высокими мелиоративными функциями, зависящими от конструкции лесополос.

Поступила 11 апреля 1970 г.

УДК 634.0.232

КЛИМАТИПЫ СОСНЫ В КУЛЬТУРАХ И ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕБРОСОК СОСНОВЫХ СЕМЯН В АРХАНГЕЛЬСКУЮ ОБЛАСТЬ

В. Я. ПОПОВ

Архангельский институт леса и лесохимии

П. И. ВОЙЧАЛЬ

Архангельский лесотехнический институт

Выделение климатических экотипов сосны обыкновенной необходимо как с биологической, так и с хозяйственной точек зрения. В СССР выделением климатипов сосны занимались А. П. Тольский [15], Ф. И. Фомин [16], Л. Ф. Правдин [14], И. Н. Патлай [7] и др.

Опытные географические культуры сосны в Архангельской области были созданы в 1959 и 1963 гг. Наши исследования [2], [3], [10], [8], [11], [12], [13], [9] показывают состояние климатипов в опытных географических культурах и могут быть использованы для характеристики географических форм сосны.

Рассмотрим краткую характеристику климатических экотипов, ориентировочно выделенных нами (рис. 1) на основе изучения сохранности, роста и состояния сосны в опытных культурах (табл. 1 и 2).

1 — наиболее северный климатип сосны хвойных лесов европейской части СССР достигает на юге 64° с. ш. (Мурманская, Архангельская области и Коми АССР) и отличается удовлетворительной сохранностью и крайне медленным ростом и развитием.

2 — второй климатип сосны занимает территорию между 60 и 64° с. ш. (Карельская, АССР, Архангельская, Ленинградская и Вологодская области). Характеризуется высокой сохранностью, хорошим ростом и развитием, ровными стволиками, хорошей охвоенностью семян, морозостойкостью и устойчивостью против грибных заболеваний, вызываемых *Facidium infestans* Karst. и *Lophodermium pinastri* Chev. Хвоя темно-зеленая, плотная, мясистая. Продуктивная способность хвои довольно высока. Сосна этого климатипа на протяжении последних 4—5 лет имела значительно больший прирост в высоту, чем сосны остальных климатипов.

3 — территорию между 57 и 60° с. ш. (Вологодская, Костромская, Ленинградская, Новгородская области, восточная часть Псковской и северная часть Ярославской областей) занимает климатип сосны, по свойствам приближающийся к сосне второго климатипа. В культурах показывает удовлетворительную сохранность и сравнительно хороший рост, имеет ровные стволики, удовлетворительную охвоенность. Продуктивная способность хвои очень хорошая.

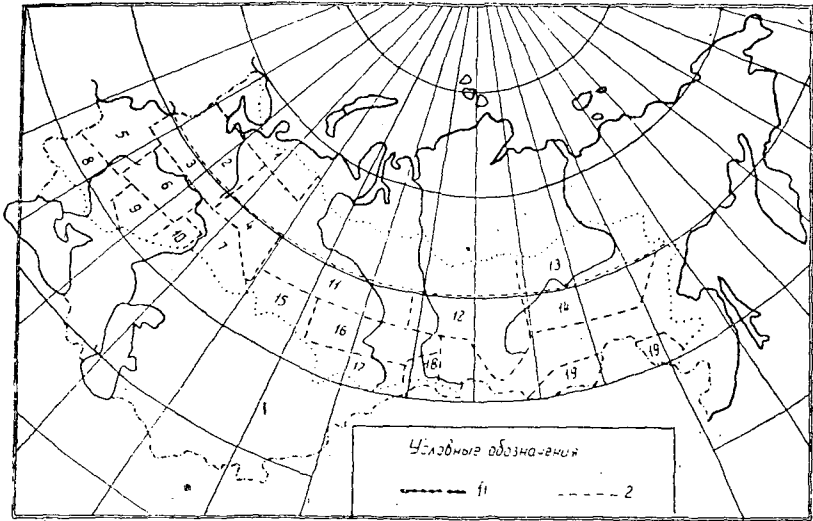


Рис. 1. Схематическое размещение климатических экотипов сосны, представленных в опытных географических культурах 1959 и 1963 гг. в учебно-опытном лесхозе АЛТИ.

1 — граница ареала сосны обыкновенной (по С. Я. Соколову и О. А. Связевой, 1964); 2 — граница климатических экотипов сосны.

4 — уральский климатип (Пермская, Свердловская области, восточная часть Кировской и север Челябинской области) отличается удовлетворительной сохранностью, устойчивостью к морозам, довольно хорошим ростом и прямыми стволиками. Хвоя несколько длиннее и весит больше, чем хвоя второго климатипа.

В западном, центральном, юго-западном и южном районах европейской части СССР с учетом предыдущих исследований [7], [14], [16] нами выделены следующие климатипы: 5 — белорусский, 6 — центрально-русский, 7 — башкирско-татарский, 8 — украинский, 9 — южно-русский, 10 — средневожский. Сосны этих климатипов отличаются слабой устойчивостью против морозов, заморозков и грибных заболеваний и, как правило, медленно растут. Стволики в основном искривленные и многовершинные. Охвоенность нормальная. Листовая поверхность равна, а в некоторых случаях даже несколько больше, чем у сосен второго климатипа, но продуктивная способность хвои слабая. Трогаются в рост позднее архангельских сосен, чувствительны к понижению температуры в течение вегетационного периода. Показатели устойчивости и роста у сосен этих климатипов тем хуже, чем дальше на юг, юго-запад и юго-восток удалено место произрастания материнских древостоев.

11 — сосна, произрастающая в средней части Обского бассейна между 57 и 60° с. ш. (Томская, Тюменская и Омская области), характеризуется удовлетворительной устойчивостью, хорошим ростом в высоту и по диаметру. Стволики сосен прямые, охвоенность удовлетворительная. Хвоя несколько длиннее, чем у второго климатипа.

12 — приангарская сосна (центральная часть Красноярского края и центральная и юго-восточная части Иркутской области) отличается хорошей сохранностью, прямыми стволиками. В первые годы они несколько отстают по росту от сосен второго климатипа, но затем у них усиливается энергия роста.

13 — сосна, произрастающая в Якутской АССР севернее 60—61° с. ш., составляет отдельный климатип. Наряду с неудовлетворительной сохранностью, она медленно растет. Хвоя у нее короткая и значительно уступает по весу хвое остальных климатипов.

14 — климатип сосны бассейна Лены в пределах 57—60° с. ш. (Якутская АССР) несколько продуктивнее своего северного соседа, однако рост его также ослаблен. Сохранность сосен удовлетворительная. Продуктивная способность хвои низкая.

15 — в условиях Кочкеевской, Кустанайской, Курганской областей, Казахской ССР сформировался особый климатип сосны, отличающийся неудовлетворительной сохранностью и слабым ростом. Стволики сосен зачастую искривленные. Хвоя малопродуктивная, хотя по длине и по весу несколько больше хвои архангельских сосен. Зимой хвоя желтеет.

Номер климата-типа	Число образцов	Грунтовая всхожесть, %	Характеристика в возрасте 7 лет			
			сохранность семян, %	процент заселенных площадок	число здоровых семян на 1 га, тыс. шт.	высота, см
2	6	$\frac{42}{34-51}$	$\frac{44}{34-51}$	$\frac{85}{82-88}$	$\frac{19,5}{14,4-25,7}$	$\frac{55,0}{47,0-60,8}$
3	10	$\frac{44}{35-53}$	$\frac{18}{10-25}$	$\frac{66}{57-75}$	$\frac{7,6}{5,4-9,3}$	$\frac{46,0}{38,6-50,0}$
4	6	$\frac{39}{35-44}$	$\frac{14}{12-18}$	$\frac{51}{46-55}$	$\frac{5,2}{4,3-6,1}$	$\frac{45,2}{40,0-50,0}$
5	5	$\frac{46}{38-53}$	$\frac{2,7}{0,8-5,8}$	$\frac{18}{8-30}$	$\frac{1,3}{0,9-3,1}$	$\frac{31,0}{28,7-32,6}$
6	11	$\frac{38}{23-46}$	$\frac{6,5}{2,7-10,0}$	$\frac{34}{26-37}$	$\frac{2,4}{0,9-3,3}$	$\frac{37,0}{32,4-39,7}$
7	9	$\frac{40}{34-49}$	$\frac{8,7}{3,5-14,0}$	$\frac{40}{26-56}$	$\frac{3,5}{1,4-5,7}$	$\frac{39,0}{32,2-45,8}$
8	7	$\frac{39}{31-42}$	$\frac{1,5}{0,6-2,4}$	$\frac{12}{8-22}$	$\frac{0,6}{0,2-1,0}$	$\frac{35,2}{28,1-42,8}$
9	11	$\frac{34}{23-47}$	$\frac{1,9}{0,4-3,2}$	$\frac{16}{4-28}$	$\frac{0,6}{0,1-1,0}$	$\frac{32,1}{27,2-38,6}$
10	5	$\frac{48}{41-53}$	$\frac{3,7}{2,5-4,3}$	$\frac{28}{16-37}$	$\frac{1,7}{1,4-2,1}$	$\frac{32,8}{26,8-40,6}$
11	2	$\frac{46}{39-53}$	$\frac{15}{10-20}$	$\frac{62}{52-72}$	$\frac{6,8}{5,7-7,9}$	$\frac{51,0}{49,5-52,1}$
12	5	$\frac{49}{42-62}$	$\frac{14}{8,8-19}$	$\frac{65}{57-68}$	$\frac{7,2}{4,3-11,0}$	$\frac{43,0}{40,0-46,4}$
13	1	$\frac{22}{41}$	$\frac{14}{17}$	$\frac{58}{65}$	$\frac{3,3}{7,0}$	$\frac{30,8}{36,1}$
14	1	$\frac{36}{34-38}$	$\frac{6,9}{6,2-7,5}$	$\frac{48}{44-52}$	$\frac{2,5}{2,4-4,6}$	$\frac{34,2}{33,7-34,8}$
15	3	$\frac{35}{24-49}$	$\frac{15}{11-18}$	$\frac{50}{42-56}$	$\frac{5,0}{4,9-5,2}$	$\frac{35,6}{33,5-38,5}$
16	3	$\frac{34}{23-37}$	$\frac{5,6}{9-16}$	$\frac{41}{35-35}$	$\frac{2,1}{3,5^*}$	$\frac{33,7}{30,0-33,0}$
17	7	$\frac{30}{17-32}$	$\frac{12^*}{10-16}$	$\frac{35^*}{46-61}$	$\frac{3,5^*}{6,9^*}$	$\frac{31,5^*}{26,4-26,6}$
18	2	$\frac{23}{35-38}$	$\frac{13^*}{35-38}$			
19	3					
20	2					

Погибли в 1963 г.

Примечание. В числителе — средние данные; в знаменателе — минимальные

16 — сосна бассейна Оби и Иртыша между 52 и 57° с. ш. (Кемеровская, Новосибирская, Омская области) характеризуется удовлетворительной сохранностью и замедленным ростом. Встречаются сосенки с искривленными стволиками. Продуктивная способность хвои неудовлетворительная.

17 — сосна из Павлодарской, Семипалатинской и Целиноградской областей, несомненно, представляет отдельный климатиз, имеющий низкую устойчивость, медленный рост и сильную искривленность стволиков. Хвоя низкопродуктивная, длинная, зимой желтеет.

Таблица 1

опытных культур 1959 г.				
в возрасте 5 лет				
прирост в высоту в 1965 г., см	диаметр у шейки корня, мм	длина однолетней хвои, мм	число однолетних хвоек на одном деревце, шт.	вес 100 хвоек в воздушно сухом состоянии, г
15,7	8,8	41,3	284	1,15
14,6—16,9	8,0—9,6	38,5—43,4	221—368	1,00—1,22
12,5	8,1	41,8	270	1,24
10,7—13,6	6,7—8,7	38,1—45,5	229—357	1,18—1,58
11,1	8,0	45,6	270	1,47
9,3—12,7	6,7—8,7	43,5—46,9	246—334	1,31—1,62
9,1	6,5	46,7	262	1,45
7,1—11,6	6,0—7,1	43,6—50,5	228—305	1,22—1,81
10,7	7,5	46,0	245	1,47
8,9—12,3	6,6—7,9	39,7—53,4	196—310	1,14—1,70
10,1	7,5	48,3	252	1,56
8,1—13,2	6,5—8,2	44,8—53,7	225—286	1,23—1,91
10,6	7,8	41,0	236	1,17
8,5—12,4	6,7—9,3	36,0—43,7	194—282	1,12—1,47
9,1	7,1	46,6	220	1,50
7,3—12,0	5,9—8,0	38,3—55,0	192—255	1,20—2,00
8,2	7,0	49,0	216	1,62
7,8—9,0	6,1—7,4	46,9—52,4	205—223	1,31—1,80
11,8	8,3	46,9	258	1,37
11,5—12,1	8,2—8,4	43,5—50,3	252—265	1,30—1,44
10,9	7,0	43,0	226	1,23
9,3—11,5	6,6—7,2	41,7—44,5	166—306	1,14—1,29
7,5	6,4	37,3	245	0,83
7,5	6,0	41,6	220	1,11
10,1	7,6	51,2	242	1,52
9,7—10,5	7,6—7,7	49,1—53,3	237—248	1,46—1,58
10,0	7,1	43,3	284	1,34
9,3—10,4	6,8—7,7	39,8—45,8	258—316	1,29—1,43
8,8	6,7	41,8	237	1,21
11,0*	5,3*	50,3	235	1,53
10,9—11,2	5,2—5,4	50,3—50,4	229—241	1,50—1,56
10,0*	4,9*	46,1	241	1,48
9,0—10,9	4,8—5,0	45,2—47,1	220—267	1,36—1,60

и максимальные; * — данные шестилетних культур.

18—горноалтайский климатип отличается плохой устойчивостью и замедленным ростом. В рост трогается почти одновременно с архангельскими. Хвоя длинная, но продуктивная способность ее низкая.

19—сосны из лесостепной части Читинской области и степной части Амурской области характеризуются неудовлетворительной сохранностью, медленным ростом. Хвоя длиннее, чем у второго климатипа, но продуктивная способность ее невелика.

20—последний из числа выделенных нами в опытных культурах климатип—сосна горных лесов Кавказа (Грузинская ССР), характеризующаяся очень слабой

Таблица 2

Номер климата-типа	Чи-сло об-раз-цов	Грунто-вая всхо-жесть, %	Характеристика опытных культур 1963 г. в возрасте 3 лет					
			сохран-ность сеянцев, %	процент заселенных площадок	число здоро-вых сеянцев на 1 га, тыс. шт.	высота, см	прирост в высоту к 1965 г., см	диаметр у шейки корня, мм
1	3	13	94	92	15,7	4,3	- 2,0	1,6
		9—21	92—97	85—97	11,2—24,2	4,2—4,4	1,9—2,1	1,5—1,9
2	3	27	95	99	32,5	9,1	5,4	2,8
		15—36	92—97	97—100	18,0—42,9	7,8—11,3	4,7—6,7	2,5—3,3
3	6	21	88	91	23,2	10,6	6,5	3,0
		12—30	79—97	86—97	13,3—32,4	8,0—12,3	4,7—7,5	2,7—3,5
4	5	33	89	95	37,1	8,4	4,7	2,4
		20—45	80—95	92—99	20,6—49,8	6,6—10,1	3,3—6,1	1,9—2,8
6	2	16	77	91	15,7	7,0	3,5	2,0
11	1	26	88	96	29,6	9,6	5,5	2,6
		21—31	87—90	96—97	22,8—36,3	8,7—10,5	5,1—6,0	2,5—2,8
12	2	20	88	97	21,5	7,5	4,1	2,6
		19—20	86—90	96—98	21,4—21,6	6,7—8,3	3,4—4,9	2,6—2,6
13	1	24	97	94	29,3	5,7	3,1	2,1
16	3	24	72	98	26,8	8,5	5,2	2,7

Примечание. В числителе средние данные; в знаменателе — минимальные и максимальные.

устойчивостью и крайне медленным ростом. Сосна этого климата полностью погибла в 1963 г.

Районирование перебросок семян сосны обыкновенной в пределах европейской части Советского Союза, разработанное на основе изучения имеющихся географических культур, предлагали разные авторы [4], [5], [6], [16], [1].

До 1959 г. самым северным пунктом географических культур была Охтинская дача под Ленинградом. Естественно, отсутствие опытных культур на Европейском Севере не позволяло сделать достаточно обоснованных выводов о лесосеменном районировании сосны в пределах ее ареала и возможностях перебросок семян в Архангельскую область в случае отсутствия местных. Наши семилетние исследования географических культур позволяют до некоторой степени восполнить этот пробел.

На основании данных опытных работ и обследования производственных культур сосны инорайонного происхождения в Архангельской области можно прийти к предварительному выводу, что при недостатке местных семян для лесокультурных целей в первую очередь можно использовать семена сосны из Вологодской, Ленинградской (северной части) областей и Карельской АССР. В южной части средней подзоны тайги допустимо использование семян 3-го, 4-го, 11-го, 12-го климатических типов сосны.

Семена сосны климатических типов 5—10 и 15—20 для лесокультурных целей в условиях Архангельской области применять не следует, так как культуры из этих семян имеют низкую сохранность, слабую устойчивость против морозов, заморозков и грибных заболеваний и, как правило, медленно растут, кривоствольны и многовершинны. Сосны крайних северных климатических типов также очень медленно растут, в ряде случаев имеют неудовлетворительную сохранность, а поэтому в условиях Ар-

хангельской области лучше воздержаться, от использования семян этих климатипов.

Сделанные нами выводы в последующем, безусловно, будут уточнены.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. М. Вересин. Лесное семеноводство. М., Гослесбумиздат, 1963.
 [2]. П. И. Войчалъ. Географические культуры сосны в Архангельской области. Журн. «Лесное хозяйство» № 11, 1961. [3]. П. И. Войчалъ. Использование инорайонных семян сосны на Европейском Севере. Сб. «Некоторые вопросы развития лесного хозяйства таежной зоны», Северо-Западное книжное изд-во, 1964. [4]. П. Д. Никитин. Физико-географическое районирование для организации лесосеменного хозяйства и семянозаготовок. Лесокультурный сборник, Труды Всесоюзного научно-исследовательского агролесомелиоративного института, вып. 7, серия II, Лесоводство, М., 1936. [5]. В. М. Обновленский. Климатипы сосны обыкновенной в культурах европейской части СССР. Труды Брянского лесохозяйственного института, т. 4, 1940. [6]. В. М. Обновленский. Географическая изменчивость древесных пород и ее использование при селекционных работах и в лесном семеноводстве. Труды Института леса, т. 8, изд-во АН СССР, 1951. [7]. И. Н. Патлай. Влияние географического происхождения семян на рост и устойчивость сосны в культурах северной левобережной части УССР (автореферат диссертации), Киев, 1965. [8]. В. Я. Попов. О некоторых эколого-морфологических признаках сосны различного происхождения в Архангельской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1965. [9]. В. Я. Попов. К вопросу о сезонном развитии сосны обыкновенной разного географического происхождения в условиях Архангельской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1966. [10]. В. Я. Попов, П. И. Войчалъ. О росте сосновых культур из иркутских семян на юге Архангельской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1964. [11]. В. Я. Попов, П. И. Войчалъ. К вопросу о приживаемости и росте производственных культур сосны из инорайонных семян в Архангельской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1965. [12]. В. Я. Попов, П. И. Войчалъ. Шестилетние географические культуры сосны в Архангельской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1965. [13]. В. Я. Попов, П. И. Войчалъ. К вопросу о приживаемости и росте культур сосны обыкновенной в Архангельской области, созданных посевом семян из различных районов таежной зоны. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1966. [14]. Л. Ф. Правдин. Сосна обыкновенная. Изд-во «Наука», М., 1964. [15]. А. П. Тольский. Метеорологические показатели для районирования лесного семенного хозяйства на сосну. Сборник трудов Поволжского лесотехнического института, № 2, 1939. [16]. Ф. И. Фомин. Опыт районирования обыкновенной сосны на основе изучения ее климатических экотипов. Сборник трудов ЦНИИЛХА «Исследования по лесосеменному делу». Гослесбумиздат, Л., 1940.

Поступила 30 ноября 1970 г.

УДК 634.056

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОСТА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

У ТЕ ТИНТ

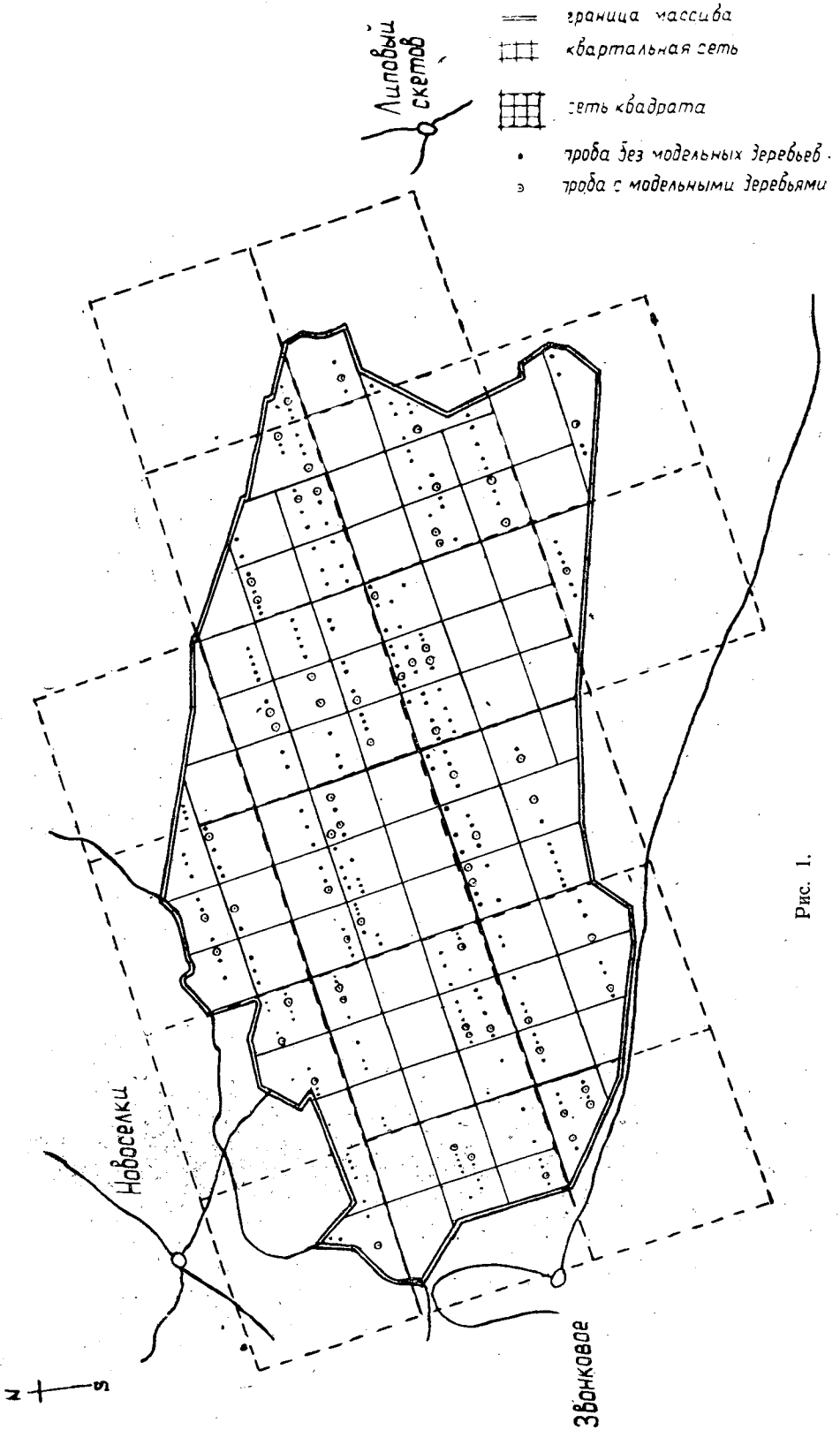
Украинская сельскохозяйственная академия

Применение математико-статистических методов при инвентаризации лесного фонда и, в частности, при определении прироста позволяет получить наиболее объективные результаты учета леса с минимальными затратами средств.

В 1969 г. в Боярской ЛОС (Киевская обл.) была проведена инвентаризация лесных массивов Звонковского лесничества стратифицированным случайновыборочным методом. Программа предусматривала определение прироста древостоев. Часть результатов этих исследований приведена ниже.

Для решения поставленной задачи был использован следующий способ информации.

1. На топографической карте массив лесничества общей площадью 2512 га был разделен на 18 одинаковых квадратов, каждый из которых объединял от 1 до 9 более мелких квадратов (рис. 1.).



2. В пределах каждого квадрата на плане проводили 40 линий через равное расстояние. Направление линий параллельно квартальной сети, примерно, с востока на запад. Все линии в каждом квадрате были занумерованы. Затем методом случайной выборки брали 3 линии, каждую из которых делили по длине снова на 40 равных частей, из них отбирали 10 и в центре каждого отрезка закладывали круговые пробные площадки. В зависимости от возраста насаждений размеры пробных площадок колебались от 0,02 до 0,10 га.

3. Из 10 пробных площадок каждого таксационного хода брали 2 пробы в качестве модельных.

4. На каждой пробной площадке учитывали все деревья по диаметру, и в пределах породы их группировали по 4-сантиметровым ступеням толщины. В насаждениях IV класса возраста и старше выявляли категории технической годности стволов. Устанавливали средние диаметры, высоту и возраст (глазомерно) насаждений. Сумму площадей сечений определяли полнотмером. Описывали подрост, подлесок, покров и почву. На вырубках и в насаждениях возрастом до 15 лет таксацию не вели. На модельных пробах, кроме этих работ, у трех случайно отобранных деревьев измеряли диаметр на высоте груди, радиальные приросты за последние 5 и 10 лет, толщину коры, высоту и устанавливали категорию товарности и класс Крафта. Глазомерно определяли возраст каждого из этих деревьев.

По приведенной методике было заложено 65 модельных пробных площадей, из них 58 в основных насаждениях.

Подавляющее большинство обследованных насаждений относится к высокопродуктивным соснякам, преимущественно молодым и перестойным.

На пробных площадях было обмерено 143 учетных дерева сосны. Распределение их по диаметру и высоте приведено в табл. 1.

Таблица 1

Диаметр, см	Распределение учетных сосновых деревьев по высоте, м									Всего	%
	до 8	8—12	12—16	16—20	20—24	24—28	28—32	32—36	36 и выше		
До 16	7	5	4	2	—	—	—	—	—	18	12,6
16—24	1	—	4	17	13	—	—	—	—	35	24,4
24—32	—	—	2	2	8	5	2	1	—	20	14,0
32—40	—	—	—	—	—	6	4	3	1	14	9,8
40—48	—	—	—	—	1	4	9	8	1	23	16,1
48—56	—	—	—	—	—	—	6	2	5	13	9,1
56 и более	—	—	—	—	—	—	7	6	7	20	14,0
Всего	8	5	10	21	22	15	28	20	14	143	
%	5,6	3,5	7,0	14,7	15,4	10,5	19,5	14,0	9,8		100

Собранную информацию обрабатывали следующим образом. В пределах каждой модельной пробной площадки вначале вычисляли показатели, характеризующие прирост учетных деревьев.

Процент прироста по диаметру P_d находили по формуле

$$P_d = \frac{z_d}{d_a} \cdot 10,$$

где z_d — прирост по диаметру за 10 лет, см;

d_a — диаметр учетного дерева на высоте груди без коры в возрасте a лет, см.

Для определения процента текущего прироста деревьев по объему P_v была использована формула

$$P_v = P_g + P_{hf} - 0,1P_g \cdot P_{hf},$$

где P_g — процент прироста по площади сечения;

P_{hf} — процент прироста по видовой высоте, определяемый по специальной таблице, составленной Ю. М. Руденко [5] для изучаемого объекта при $n = 10$.

где k — число групп возраста, равное 3;
 n_i — число единиц наблюдения в i -той группе;
 σ_i — среднее квадратическое отклонение i -той группы;
 M_i — средняя величина i -той группы;
 M — средняя величина по массиву.

Выполненные расчеты показывают тесную корреляционную зависимость между P_v и A и P_d и A .

Так, корреляционное отношение между P_v и P_d , с одной стороны, и возрастом A , с другой, колеблется в пределах 0,80—0,92. Связь между этими показателями имеет гиперболический вид (рис. 2) и может быть выражена уравнениями

$$P_v = -0,80 + \frac{257,4}{A} - \frac{1646}{A^2};$$

$$P_d = -0,01 + \frac{61,7}{A} + \frac{467,4}{A^2}.$$

Между P_v и d' наблюдается очень тесная связь. Корреляционное отношение оказалось равным 0,906. В обобщенном виде рассматриваемая зависимость может быть выражена уравнением вида

$$P_v = -0,87 + \frac{121,42}{d} - \frac{285,8}{d^2}.$$

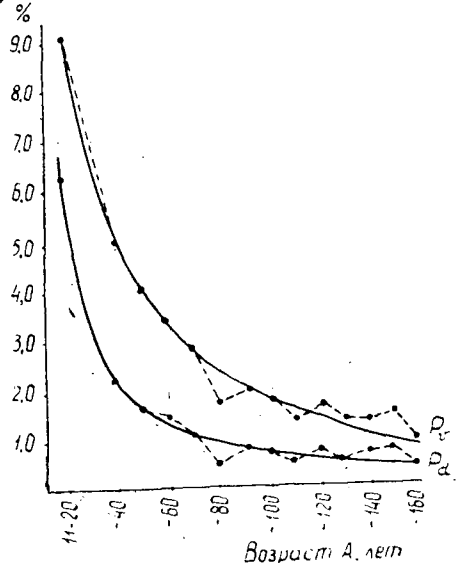


Рис. 2.

Выводы

Изменчивость текущего прироста в общем виде, существенно не расходится с изменчивостью, установленной рядом таксаторов для относительно однородных древостоев. Однако параметры изменчивости текущего прироста сосновых древостоев высоких классов бонитета несколько иные по сравнению с известными в литературе [1]—[11].

Поскольку объем экспериментального материала относительно невелик, анализ собранной информации выполнен в обобщенном виде, без учета полноты насаждения. В этой связи полученные зависимости могут быть использованы в качестве первого приближения при выполнении лесотаксационных работ в лесных массивах лесостепной зоны. Для выявления закономерных связей с более высокой надежностью необходимо продолжать сбор и анализ данных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Антанайтис, В. В. Загребев. Прирост леса. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1969. [2]. В. В. Антанайтис. Теоретические и экспериментальные исследования древесного прироста в лесах Литовской ССР. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, Каунас, 1968. [3]. А. К. Митропольский. Элементы математической статистики. Л., 1965. [4]. К. Е. Нйкитин. Лиственница на Украине. Изд-во «Урожай», Киев, 1966. [5]. Ю. М. Руденко. К вопросу определения процента древесного прироста. УСХА, 1967. [6]. М. Л. Тамаркин. Леса, лесное хозяйство и особенности лесоинвентаризации и устройства в Северной Америке. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [7]. W. G. Cochran, G. M. Cox. Experimental Designs. New York. John Wiley and Sons. Inc. Chapman and Hall. Ltd., London, 1955. [8]. В. Husch. Forest Mensuration and Statistics. The

Ronald Press Company. New York, 1963. [9]. F. Loetsch, K. E. Haller. Forest Inventory. Vol. I, Statistics of Forest Inventory and Information from Aerial Photographs. 1964. [10]. G. W. Snedecor. Statistical methods applied Experiments in Agriculture and Biology. The Iowa State College Press, 1946, Ames, Iowa. [11]. A. Stuart. Basic ideas of scientific sampling. Charles Griffin and Company Ltd., London, 1964.

Поступила 14 апреля 1970 г.

УДК 634.056

ХОД РОСТА СОСНЯКОВ БЕЛОРУССИИ ПО ОСНОВНЫМ ТИПАМ ЛЕСА

В. Е. ЕРМАКОВ

Белорусский технологический институт

В Белоруссии в ряде объектов обследованы лесные почвы и составляются карты будущих лесов. В связи с этим необходимо располагать сведениями о продуктивности разных древесных пород в одних лесорастительных условиях. Наличие таблиц хода роста по четко выраженным типам леса позволит дать народнохозяйственную оценку древесным породам и рекомендовать в качестве эталонов лесовыращивания на будущее.

Мы исследовали ход роста сосновых древостоев в четырех четко выраженных типах леса — сосняках вересковым, брусничном, мшистом и черничном, занимающих 69,1% площади сосновых древостоев [5], [6].

Пробные площади заложены в чистых максимально сомкнутых древостоях в 15 лесхозах республики. На каждой пробной площади был сделан пересчет 300—500 деревьев по 1—2-сантиметровым ступеням толщины. Закладывали почвенный разрез и описывали по генетическим горизонтам, брали образцы почвы для агрохимических анализов. По каждой ступени толщины рубили и обмеряли 1—2 дерева, проводили полный анализ среднего и максимального деревьев. Характеристика пробных площадей приведена в табл. 1.

Таблица 1

Тип леса	Число пробных площадей по классам возраста						Итого
	I	II	III	IV	V	VI	
Сосняк вересковый	2	3	2	4	3	2	16
„ брусничный	2	4	2	4	1	—	13
„ мшистый	7	5	7	7	2	1	29
„ черничный	2	7	8	8	—	—	25

В лабораторных условиях по методу Сабанина были произведены анализы механического состава почвы, которые подтвердили четкую выраженность в Белоруссии исследуемых типов леса. Средние данные механического состава почвы по типам леса приведены в табл. 2. Гумус, определенный по методу И. В. Тюрина, составил в горизонте А₁: в сосняке вересковым — 1,0%, брусничном — 2,2%, мшистом — 2,5% и черничном — 2,8%.

Принадлежность насаждений к одному естественному ряду проверяли как по анализам максимальных деревьев на пробных площадях (метод ЦНИИЛХа), так и по механическому составу почвы.

Результаты замеров на пробных площадях обрабатывали принятыми в таксации методами с использованием графоаналитического выравнивания [1], [2], [4].

Ход роста по высоте и диаметру выравнивали по уравнению параболы второго порядка вида $y = a + bx + cx^2$, хорошо отображающей указанную зависимость [2].

Параметры уравнений кривых зависимости высот от возраста по типам леса были получены следующие:

Таблица 2

Горизонт почвы	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, %, по их размерам, мм					Тип механического состава почвы
		3-1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	менее 0,01	
Сосняк вересковый							
A ₁	0-10	1,8	57,6	32,4	3,0	5,4	Песок связный
A ₂ B ₁	10-70	0,84	68,4	29,6	0,51	0,46	" рыхлый
B ₂	70-200	0,71	73,1	25,6	0,62	—	" "
Сосняк брусничный							
A ₁	2-13	9,9	48,3	30,6	3,24	7,96	Песок связный
A ₂	13-40	10,7	51,6	31,8	2,50	4,10	" рыхлый
B ₁	35-80	5,9	43,49	41,8	4,95	3,95	" "
B ₂	80-200	1,4	55,20	38,5	2,96	1,97	" "
Сосняк мшистый							
A ₁	1-15	1,29	34,02	47,74	11,56	6,39	Песок связный
A ₂	40-60	1,0	32,3	46,13	13,32	7,25	" "
B ₁	80-90	1,6	24,88	35,72	25,34	12,46	Супесь легкая
B ₂	90-180	0,8	28,1	43,8	10,9	16,4	" тяжелая
Сосняк черничный							
A ₁	3-22	3,77	18,8	52,44	13,51	11,78	Супесь легкая
A ₂	17-48	3,70	17,0	55,99	12,42	11,29	" "
B ₁	40-150	4,70	18,2	55,57	14,08	7,89	Песок связный
C	130-180	5,63	14,09	55,37	12,52	11,95	Супесь легкая

для сосняка черничного

$$H = -0,2440 + 5,3726x - 0,3187x^2;$$

для сосняка мшистого

$$H = -0,460 + 4,96x - 0,25x^2;$$

для сосняка брусничного

$$H = 0,0809 + 5,2472x - 0,3002x^2;$$

для сосняка верескового

$$H = 1,5971 + 3,1420x - 0,1250x^2.$$

Зависимость диаметров от возраста по типам леса выражается следующими уравнениями:

для сосняка черничного

$$D = -1,0496 + 5,2721x - 0,2668x^2;$$

для сосняка мшистого

$$D = -0,820 + 5,33x - 0,23x^2;$$

для сосняка брусничного

$$D = 0,2080 + 4,463x - 0,2441x^2;$$

для сосняка верескового

$$D = 0,4454 + 3,6173x - 0,1693x^2.$$

Руководствуясь известным в таксации правилом, что одинаковым средним высотам в насаждении должны соответствовать одинаковые суммы площадей оснований насаждений на единице площади, мы строили график, на который наносили суммы площадей оснований 83 проб. Полученный ряд точек выравнивали графически с учетом характера расположения максимальных значений, полнота которых была признана равной единице. В зависимости от средней высоты насаждения в определенном возрасте для каждого типа леса с графика снимали сумму площадей оснований полных сосновых насаждений на 1 га.

Запас на 1 га по возрастам и типам леса определяли по формуле $V = GHF$. По средним высотам, исчисленным по возрастам и типам леса, были взяты значения видовых высот HF , полученные «Леспроектом» в результате обработки большого фактического материала из разных лесорастительных районов и хорошо отражающие показатели сосновых древостоев Белоруссии [3].

Число деревьев на 1 га, среднее и текущее изменения запаса находили принятыми в таксации методами. В результате вычислений были получены таблицы динамики продуктивности сосняков Белоруссии по преобладающим типам леса (табл. 3).

Таблица 3

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сумма площадей оснований, м ² /га	Число деревьев на 1 га	Запас на 1 га, м ³	Изменение запаса, м ³ /га	
						среднее	текущее
Сосняк вересковый							
10	4,6	3,8	13,0	11818	40	4,0	—
20	7,4	7,0	19,9	5237	86	4,3	4,6
30	9,9	9,8	24,4	3253	130	4,32	4,4
40	12,2	12,2	27,6	2359	172	4,3	4,2
50	14,2	14,2	29,8	1886	210	4,2	3,8
60	15,9	16,0	31,6	1572	244	4,1	3,4
70	17,5	17,4	32,9	1382	274	3,93	3,0
80	18,7	18,4	33,9	1284	300	3,75	2,6
90	19,7	19,3	34,9	1185	323	3,6	2,3
Сосняк брусничный							
10	5,0	4,4	15,7	10467	53	4,7	—
20	9,4	8,2	23,7	4487	122	6,1	6,9
30	13,1	11,4	28,6	2804	189	6,3	6,7
40	16,3	14,2	32,1	2030	253	6,3	6,4
50	18,8	16,4	34,4	1631	306	6,1	5,3
60	20,8	18,2	35,9	1380	348	5,9	4,2
70	22,1	19,5	36,6	1225	375	5,3	2,7
80	22,9	20,3	36,9	1141	390	4,9	1,5
Сосняк мшистый							
10	4,2	4,3	13,0	8953	40	4,0	—
20	8,4	8,9	22,2	3568	105	5,25	6,5
30	12,2	13,1	27,0	2003	170	5,6	6,5
40	15,4	16,8	29,3	1322	222	5,6	5,8
50	18,1	20,1	32,1	1013	277	5,5	5,5
60	20,0	22,9	34,3	833	321	5,35	4,4
70	22,0	25,2	35,9	719	360	5,1	3,9
80	23,0	27,1	37,0	641	391	4,87	3,1
90	23,9	28,5	37,6	589	409	4,5	1,8
Сосняк черничный							
10	4,8	3,9	13,7	12454	44	4,4	—
20	9,2	8,4	23,1	4200	115	5,75	7,1
30	13,0	12,4	29,0	2393	190	6,32	7,5
40	16,2	15,8	32,0	1633	251	6,28	6,1
50	18,5	18,6	34,0	1250	298	5,95	4,7
60	20,5	21,0	35,5	1029	338	5,67	4,0
70	21,7	22,8	36,3	889	368	5,25	3,0
80	22,4	24,1	36,9	809	390	4,88	2,2

Имея при составлении карт будущих лесов такие же таблицы для других древесных пород, можно правильно решить вопрос о размещении древесных пород по территории лесхоза, лесничества.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. П. Анучин. Лесная таксация. М.—Л., 1960. [2]. В. К. Захаров и др. Лесотаксационный справочник. Минск, 1962. [3]. В. Б. Козловский, И. Д. Лапсаков, А. С. Матвеев-Мотин. Стандартная таблица сумм площадей сечений,

видовых высот и запасов древостоев на 1 га при полном 1,0. М., 1963. [4]. Н. В. Третьяков. Сборник трудов № 17, Л., 1941. [5]. И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. География, типология и районирование лесной растительности. Минск, 1965. [6]. И. Д. Юркевич. Лесотипологические таблицы, Минск, 1969.

Поступила 3 ноября 1970 г.

УДК 634.0.232.31

ПЛОДОНОШЕНИЕ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ПИХТЫ СИБИРСКОЙ НА ЮЖНОМ ПРЕДЕЛЕ ЕЕ АРЕАЛА В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР*

К. В. КРАСНОБАЕВА

Марийский политехнический институт

О плодоношении пихты сибирской в Сибири (центральной части ареала) в литературе имеются сведения ([1]—[10]). Плодоношение же ее в Камско-Ветлужском междуречном Заволжье (юго-западная граница ареала) не изучено.

Основными факторами, влияющими на плодоношение пихты и определяющими различия в количестве и качестве семян, являются: погодные условия в период закладки генеративных почек и во время формирования урожая, условия местопроизрастания, таксационная характеристика плодоносящего древостоя, повреждение цветов и семян вредителями.

Цель наших исследований заключалась в количественной и качественной оценке урожая для выяснения возобновительной способности пихты и ее фитоценологической устойчивости в разных, наиболее распространенных типах леса.

Для этого в 1969 г. на территории Татарской и Марийской АССР был проведен по методу Л. Ф. Правдина учет урожая на девяти пробных площадях в пяти типах леса с пересчетом плодоносящих и рубкой пяти средних модельных деревьев. Затем было проанализировано качество семян. Краткая характеристика насаждений на пробках приведена в табл. 1.

Таблица 1

Тип пихтарника	№ пробной площади	Состав основного яруса	Возраст, лет	Полнота	Класс бонитета	Количество деревьев на 1 га
Приручейниковый	9	8П2Е	80	0,82	I	502
	11	7П3Е	80	0,70	I	523
Мшистый	28	7П2Е1С	65	0,86	II	734
	27	6П4Е	75	1,09	II	980
Кисличниковый	24	9П1Е	70	0,84	II	792
	3	8П2Е	75	1,00	II	996
Липовый	25	5П2Е2Б1Лп	75	0,88	I	730
Пойменный	31	5П2Е2Б1Вз	75	0,80	II	651
	30	3П3Е3Б1Ол	70	0,70	II	530

Результаты учета урожая (табл. 2) показывают довольно резкое различие в урожае в разных типах леса и некоторые колебания в пределах одного типа.

Наиболее обильно плодоносят древостои пихтарника мшистого и приручейникового, затем кисличникового, липового и пойменного. Од-

* Работа выполнена под руководством проф., доктора сельскохозяйственных наук А. К. Денисова.

Таблица 2

Тип пихтарника	№ пробной площади	Количество деревьев пихты на 1 га		Количество шишек		Вес 100 шишек, кг	Выход семян, % от веса шишек	Выход семян с 1 га, кг
		общее, шт.	плодоносящих, %	на одно плодоносящее дерево, шт.	на 1 га, тыс. шт.			
Приручейниковый	9	415	75	169	52,89	1,45	13,3	101,9
	11	393	73	197	56,50	1,50		112,0
Мшистый	28	588	86	179	90,21	1,71	15,4	237,5
	27	616	47	90	25,56	1,75		68,8
Кисличниковый	24	710	29	89	18,69	2,10	18,4	72,1
	3	740	27	50	10,00	2,31		42,5
Липовый	25	471	12	77	4,47	1,88	16,3	14,0
	31	234	37	65	5,72	1,80		15,9
Пойменный	30	200	39	36	2,81	1,78	15,4	3,4

нако средний вес шишек в различных типах колеблется незначительно, как и процент выхода семян из них. Это обстоятельство указывает, что урожайность связана не столько с различиями в условиях местообитания (экологическая амплитуда для пихтарников вообще невелика), сколько с особенностями структуры и сложения древостоев. С другой стороны, известно [4], [8], что резкое снижение количества и качества семян пихты наблюдается из-за недостатка пыльцы и отсутствия условий для перекрестного опыления. Возможность оплодотворения завязи при самоопылении у пихты ограничена. Успешное перекрестное опыление возможно только в достаточно сомкнутых древостоях, где расстояние между деревьями пихты (вступившей в пору плодоношения) не больше 5 м. Если различны состав древостоев, количество деревьев пихты на 1 га, строение, возрастная структура и размещение деревьев пихты по площади, то создаются разные условия для перекрестного опыления и, следовательно, для развития урожая.

Качество семян из шишек, собранных в конце августа — начале сентября, через 1,5 месяца после сбора оказалось следующим (табл. 3).

Таблица 3

Тип пихтарника	Вес 1000 шт. семян, г	Техническая всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Процент загнивших семян	Процент семян, зараженных вредителями	Процент пустых семян	Абсолютная	
							всхожесть, %	энергия прорастания, %
Приручейниковый	9,24	34	26	3	28	35	92	70
Мшистый	10,40	51	39	10	1	38	84	64
Кисличниковый	15,40	49	35	5	2	44	91	65
Липовый	12,60	33	21	4	5	58	90	56
Пойменный	11,90	37	25	6	19	38	86	58
Средние	11,98	41 ± 2,2	29 ± 1,8	6	—	42 ± 1,99	88,5 ± 1,29	62,4 ± 2,29

Из приведенных данных видно, что семена пихты сибирской обследуемого района обладают высокими качествами, особенно здоровые семена. Наблюдается некоторое снижение энергии прорастания и технической всхожести в связи с увеличением количества пустых семян в насаждениях липового типа леса и зараженных семян в пойменном и приручейниковом типах. Зараженность семян вредителями высока в более влажных типах леса — приручейниковом и пойменном.

Таблица 4

Район произрастания	Тип леса и состав пихтарников	Количество шишек		Количество семян на 1 га, кг	Вес 1000 семян, г	Техническая всхожесть, %	Энергия прорастания за семь дней, %	Количество пустых семян, %	Авторы
		в среднем на одно плодоносящее дерево, шт.	на 1 га, тыс. шт.						
Камско-Ветлужское междуречное Заволжье	Мшистый	179	90,21	237,5	11,98	41±2,2	29±1,8	42±1,99	К. В. Краснобаева по обследованию в урожайный 1969 г.
	Приручейный	197	56,50	112,0					
	Липовый	77	4,47	14,0					
Западная Сибирь, Томская область, равнинные леса	Чистые	—	—	33—60	8,92	24	7—6	—	Т. П. Некрасова, Н. Г. Сакович [7] по обследованию в среднеурожайный 1955 г.
	Смешанные (участие пихты 4—6 единиц)	—	—	7—21,5					
Равнинные леса		—	—	—	9,28	19,5	11,3	—	Т. П. Некрасова [4] по данным Алтайской лесосеменной станции (средние за 1947—1956 гг.)
Низкогорные леса Алтай и Салаира		—	—	—	13,50	45,4	22,2	—	
Восточные Саяны (центральная часть ареала пихты сибирской)	Разнотравный	151	21,83	—	—	43	35	—	П. Л. Горчаковский [1] по обследованиям морфологическим методом в 1940 г. (средние данные за 10 лет)
	Мшистый	251	63,39	—	—	56	48	—	

Сравнительные данные о плодоношении пихты на границе ареала и в его центре показаны в табл. 4. Они свидетельствуют о том, что в районе нашего исследования семенная продуктивность и основные качества семян пихты выше, чем в равнинных лесах Западной Сибири, и близки к показателям для районов центральной части ареала в условиях оптимального произрастания пихты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Л. Горчаковский. Плодоношение пихтовых древостоев. Сборник научных трудов Уральского лесотехнического института, 1948. [2]. А. Н. Данилов. Плодоношение пихты сибирской. Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел биологический, т. 56, 1951. [3]. М. П. Иващенко, В. В. Попов. К вопросу восстановления пихтовых лесов Тубинского массива. Труды СибНИИЛХЭ, сб. 5, 1948. [4]. Т. П. Некрасова. Плодоношение главнейших лесообразующих пород. Естественное возобновление хвойных Западной Сибири. Труды по лесному хозяйству Сибири, вып. 7. Новосибирск, 1962. [5]. Т. П. Некрасова, Н. Г. Сакович. Урожай семян хвойных древесных пород в Кривошеинском и Пышкино-Троицком лесхозах Томской области в 1955-г. Труды по лесному хозяйству Западной Сибири, вып. 3, изд. ЗСФ АН СССР и НТОлеспром, Новосибирск, 1957. [6]. Т. П. Некрасова, Н. Г. Сакович. Плодоношение пихты сибирской. Сообщение 1. Биология цветения и плодоношения, Известия СО АН СССР, № 10, 1958. [7]. Т. П. Некрасова, Н. Г. Сакович. Плодоношение пихты сибирской. Сообщение 2. Урожай шишек и семян, Известия СО АН СССР, № 1, 1959. [8]. С. Д. Плаксина. Влияние самоопыления на качество семян пихты сибирской. Известия СО АН СССР, № 10, 1968. [9]. А. М. Савченко. О дальности разлета семян пихты сибирской в равнинных лесах. Труды СибНИИЛП, вып. 14, 1966. [10]. В. Смирнов. Опыт заготовки семян пихты. Журн. «Земельный и лесной работник Сибири» № 1, 1929.

Поступила 26 ноября 1970 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.31

О ВОЗВЫШЕНИИ РЕЛЬСОВОЙ НИТИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ПРЯМЫХ УЧАСТКАХ

В. И. ЖАБИН, Л. П. БИРИЧЕВСКИЙ, Г. А. КАЛИНИН, В. В. ШЕЛКУНОВ

Архангельский лесотехнический институт

Кафедрой сухопутного транспорта леса Архангельского лесотехнического института в 1969 г. экспериментально изучено влияние возвышения одной из нитей рельсовой колеи на силовое воздействие подвижного состава на путь.

Исследования проведены на магистральном участке узкоколейной железной дороги Северодвинского леспромхоза «Архангельсклеспрома». Верхнее строение пути: рельсы Р18 на деревянных шпалах (1600 шт. на 1 км) и балластном слое из среднезернистого песка. Опытный состав состоял из тепловоза ТУ-4, порожнего и груженого сцепов ЦНИИМЭ — ДВЗ.

Опыты выполнены при возвышении одного рельса (левого по направлению движения) над другим на 4, 8 и 12 мм в сравнении с вариантом, когда рельсы расположены на одном уровне. Действительные возвышения левого рельса над правым, полученные после подъёмки рельса на специальные подкладки и в результате просадки рельсов под движущимся поездом, составили 1, 5, 9 и 13 мм. Постоянное возвышение устраивали на трех звеньях (24 м) с плавностью отгона возвышения 1 мм на 1 пог. м пути. Методика исследований предусматривала тензометрические измерения напряжений в рельсах и проведение киносъёмки качения колес подвижного состава в рельсовой колее.

Тензометрические датчики наклеивали на среднем звене снизу подошвы рельсов. Их показания (в 40 точках) регистрировали двумя осциллографами ОТ-24.

Силовое воздействие подвижного состава на путь, согласно общепринятой на железнодорожном транспорте методике [2], оценивали по измеренным напряжениям в кромках подошвы рельсов при максимально допустимых скоростях движения поезда (в условиях опыта при скорости 30 км/час). Все полученные значения напряжений объединены в две совокупности: в наружных кромках рельсов $\sigma_{нар}$ и во внутренних $\sigma_{вн}$. Полученные ряды распределения обработаны методами математической статистики.

Максимальное значение напряжений определяется по общеизвестной формуле

$$\sigma_{max} = \bar{\sigma} + k_s \cdot s,$$

где σ_{max} — наибольшее значение измеренных напряжений;
 $\bar{\sigma}$ — математическое ожидание ряда распределения;
 k_s — толерантный множитель;
 s — среднее квадратическое отклонение.

Значение k_s рассчитано по формуле Вальда — Волфовитца [1]. Это вызвано тем, что обычно принимаемое значение $k_s = 2,5$ справедливо при очень большом числе наблюдений, а в наших опытах они не превышают 250—300. Известно же, что толерантный множитель — функция трех переменных: N — числа наблюдений, γ — коэффициента доверия и P — вероятности события. Величина k_s для конкретного числа наблюдений рассчитана при $P = 0,99$ и $\gamma = 0,99$. Статистическая обработка опытного материала выполнена на ЭЦВМ «Проминь».

Результаты обработки сведены в табл. 1 (напряжения в кг/см^2). Материалы таблицы показывают, что напряжения в кромках подошвы рельсов от воздействия как тепловоза, так и сцепа при возвышении

Таблица 1

Показатели	Рельс	$\frac{\sigma_{нар}}{\sigma_{вн}}$ при возвышении, мм			
		1	5	9	13
Воздействие тепловоза					
$\bar{\sigma}$	Правый	620	670	620	640
		660	730	720	760
s		230	215	215	210
		190	170	195	205
k_s		3,00	3,05	2,99	3,00
		3,02	3,22	2,99	3,00
σ_{max}		1310	1330	1260	1270
		1230	1280	1300	1380
N		136	108	144	136
		122	67	144	138
$\bar{\sigma}$	Левый	510	630	580	600
		700	730	700	700
s		160	180	160	130
		150	150	140	160
k_s		3,04	3,02	3,02	3,02
		2,97	2,97	2,98	2,97
σ_{max}		1000	1170	1060	990
		1150	1180	1120	1180
N		111	127	134	125
		159	157	152	158
Воздействие грузового сцепа					
$\bar{\sigma}$	Правый	490	520	490	500
		570	590	590	610
s		150	150	140	140
		130	110	120	120
k_s		2,86	2,90	2,86	2,86
		2,88	2,96	2,86	2,86
σ_{max}		920	960	890	900
		940	820	930	950
N		285	224	283	285
		252	164	283	285

одного рельса на 13 мм изменяются незначительно. Максимальные $\sigma_{нар}$ и $\sigma_{вн}$ не превышают допустимых напряжений, величина которых для узкоколейных железнодорожных рельсов первого сорта принимается 1700 кг/см², второго — 1400 кг/см².

Однако оценка характера воздействия подвижного состава на путь только по напряжениям в кромках рельсов будет неполной. Рассматривая полусумму кромочных напряжений, можно судить об изменении вертикальной нагрузки, передаваемой колесом рельсу. Полусумма напряжений в кромках рельсов $\frac{\sigma_{нар} + \sigma_{вн}}{2}$ приведена в табл. 2.

С увеличением возвышения средние и максимальные значения полусуммы напряжений в правом рельсе от воздействия как тепловоза,

Таблица 2

Показатели	$\frac{\sigma_{нар} + \sigma_{вн}}{2}$ при возвышении, мм			
	1	5	9	13
Воздействие тепловоза				
σ	$\frac{620}{590}$	$\frac{650}{670}$	$\frac{670}{630}$	$\frac{690}{650}$
s	$\frac{180}{120}$	$\frac{170}{150}$	$\frac{180}{110}$	$\frac{170}{120}$
k_s	$\frac{3,07}{3,04}$	$\frac{3,26}{3,02}$	$\frac{3,02}{3,03}$	$\frac{3,03}{3,02}$
σ_{max}	$\frac{1170}{950}$	$\frac{1200}{1120}$	$\frac{1210}{980}$	$\frac{1210}{1010}$
N	$\frac{104}{111}$	$\frac{63}{126}$	$\frac{128}{119}$	$\frac{118}{123}$
Воздействие грузового сцепа				
σ	$\frac{510}{410}$	$\frac{510}{420}$	$\frac{530}{400}$	$\frac{550}{390}$
s	$\frac{110}{110}$	$\frac{90}{110}$	$\frac{110}{100}$	$\frac{120}{100}$
k_s	$\frac{2,91}{2,91}$	$\frac{3,01}{2,88}$	$\frac{2,88}{2,89}$	$\frac{2,88}{2,89}$
σ_{max}	$\frac{830}{730}$	$\frac{780}{740}$	$\frac{850}{690}$	$\frac{900}{680}$
N	$\frac{216}{213}$	$\frac{132}{249}$	$\frac{247}{240}$	$\frac{250}{236}$

Примечание. В числителе данные для правого рельса; в знаменателе — для левого.

так и грузового сцепа постоянно повышаются. Это значит, что вертикальная нагрузка от колес подвижного состава на правый рельс при поднятии соседней нити увеличивается. При повышении на 13 мм перегрузка по сравнению с первоначальным вариантом достигает для тепловоза 11%, для грузового сцепа — 8%. На рис. 1, а и б представлены графики изменения полусуммы кромочных напряжений (сплошные линии — для тепловоза, пунктирные — для грузового сцепа).

Оценить величину боковой силы можно по разности или полуразности напряжений в кромках рельсов. В табл. 3 приведены результаты статистической обработки разности ($\sigma_{нар} - \sigma_{вн}$) напряжений при разных возвышениях левой рельсовой нити. Характер их изменения показан на рис. 1, в и г.

Анализ этих данных свидетельствует, что величины $\sigma_{нар} - \sigma_{вн}$ при разных возвышениях меняются незначительно. Это свидетельствует о возникновении небольших по величине боковых сил, действующих на правый рельс при поднятии второй рельсовой нити. В то же время возрастание отрицательной величины $\sigma_{нар} - \sigma_{вн}$ в правом рельсе (вследствие роста $\sigma_{вн}$) дает основание считать, что оно обусловлено, главным образом, изменением эксцентриситета вертикальной нагрузки, а не воздействием боковой силы.

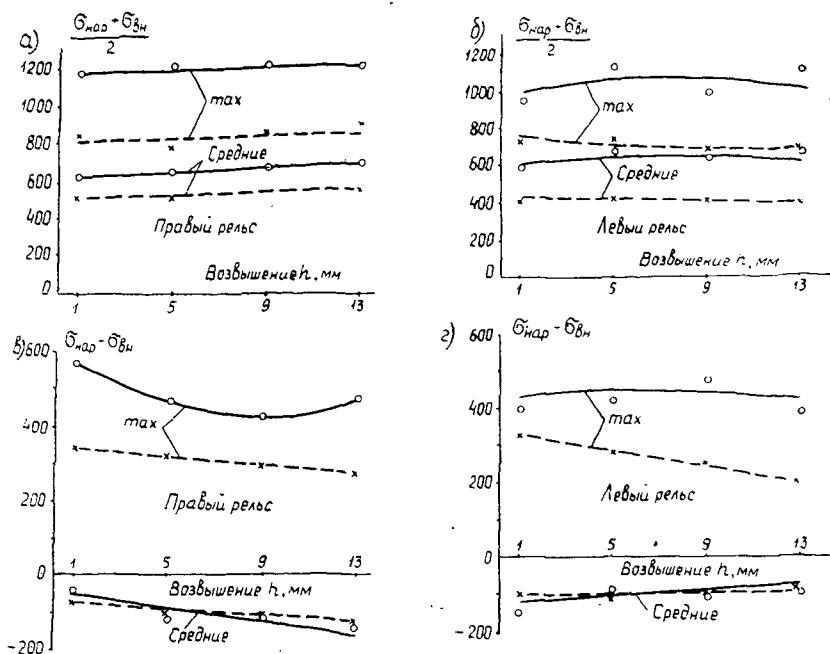


Рис. 1.

Одновременно с фиксированием силового воздействия подвижного состава на путь проводили киносъемку качения по правому рельсу первых четырех колес груженого сцепа. Киносъемку выполняли кинокамерами «Киев 16С-2» для всех вариантов возвышения при скорости движения поезда 30 км/час. Частота съемки 48 кадров/сек или 6—7 кадров на каждый метр пути. Участок полного возвышения левого рельса соответствовал 18—42 м опытного участка (согласно нумерации опорных точек, установленных вдоль правой нити).

В соответствии с принятой методикой, на кадрах киноплёнки получены плоские проекции положения колеса на рельсе. Обработка их под микроскопом позволяет получить зазор δ_1 между гребнем колеса и внутренней гранью головки рельса.

В качестве примера на рис. 2 приведены графики поперечного перемещения (изменения зазора δ_1) второй колесной пары для всех вариантов опыта. Видно, что при повышении левого рельса зазор δ_1 несколько уменьшается, и при величине возвышения 13 мм колесная пара иногда ударяется о правый рельс.

Важными характеристиками, позволяющими выяснить динамику движущихся колесных пар, являются их поперечные скорости и ускорения. Они могут быть получены дифференцированием функции перемещения.

При решении задач дифференцирования эмпирически полученной функции наиболее правильно применить метод наименьших квадратов [3]. Дифференцирование выполнено по формуле

$$f'(x) = \frac{\sum_{\alpha=-h}^{+h} \alpha \cdot f(x + \alpha h)}{2 \sum_{\alpha=1}^k \alpha^2 \cdot h}$$

Таблица 3

Показатели	$\sigma_{нар} - \sigma_{вн}$ при возвышении, мм			
	1	5	9	13
Воздействие тепловоза				
$\bar{\sigma}$	$\frac{-40}{-150}$	$\frac{-120}{-90}$	$\frac{-120}{-110}$	$\frac{-140}{-100}$
s	$\frac{200}{180}$	$\frac{180}{170}$	$\frac{180}{190}$	$\frac{200}{160}$
k_s	$\frac{3,07}{3,04}$	$\frac{3,26}{3,02}$	$\frac{3,02}{3,03}$	$\frac{3,03}{3,02}$
σ_{max}	$\frac{570}{400}$	$\frac{470}{420}$	$\frac{420}{470}$	$\frac{470}{380}$
N	$\frac{100}{111}$	$\frac{63}{126}$	$\frac{128}{119}$	$\frac{116}{123}$
Воздействие груженого сцепа				
$\bar{\sigma}$	$\frac{-70}{-100}$	$\frac{-100}{-110}$	$\frac{-110}{-100}$	$\frac{-130}{-90}$
s	$\frac{140}{150}$	$\frac{140}{130}$	$\frac{140}{120}$	$\frac{140}{100}$
k_s	$\frac{2,91}{2,91}$	$\frac{3,01}{2,88}$	$\frac{2,88}{2,88}$	$\frac{2,88}{2,89}$
σ_{max}	$\frac{340}{330}$	$\frac{320}{280}$	$\frac{290}{250}$	$\frac{270}{200}$
N	$\frac{216}{213}$	$\frac{133}{248}$	$\frac{147}{239}$	$\frac{250}{236}$

Примечание. В числителе данные для правого рельса; в знаменателе — для левого.

здесь h — интервал времени между двумя событиями, принятый в соответствии с частотой киносъёмки равным $1/48$ сек;

k — число соседних точек с обеих сторон, используемое для получения сглаженной производной;

α — значения аргумента, полученные при комбинировании каждого измерения с соседними слева и справа: для первой производной от $k = -4$ до $k = +4$, для второй — от $k = -2$ до $k = +2$.

Скорости $\{f'(x)\}$ и ускорения $\{f''(x)\}$ вычислены на ЭЦВМ.

Наиболее важный вывод следует из данных о поперечных ускорениях. На рис. 2 приведены графики, характеризующие изменение ускорений второй колесной пары при движении ее по опытному участку. В одном и том же варианте возвышения величины поперечных ускорений по длине участка примерно одинаковы и носят знакопеременный характер. Изменение возвышения рельса существенно влияет на величину ускорения.

По результатам статистической обработки рассчитанных ускорений составлена табл. 4. В ней приняты следующие обозначения:

\bar{a} — средние значения поперечных ускорений колесных пар, см/сек²;

a_{max} — максимальные значения поперечных ускорений колесных пар, см/сек².

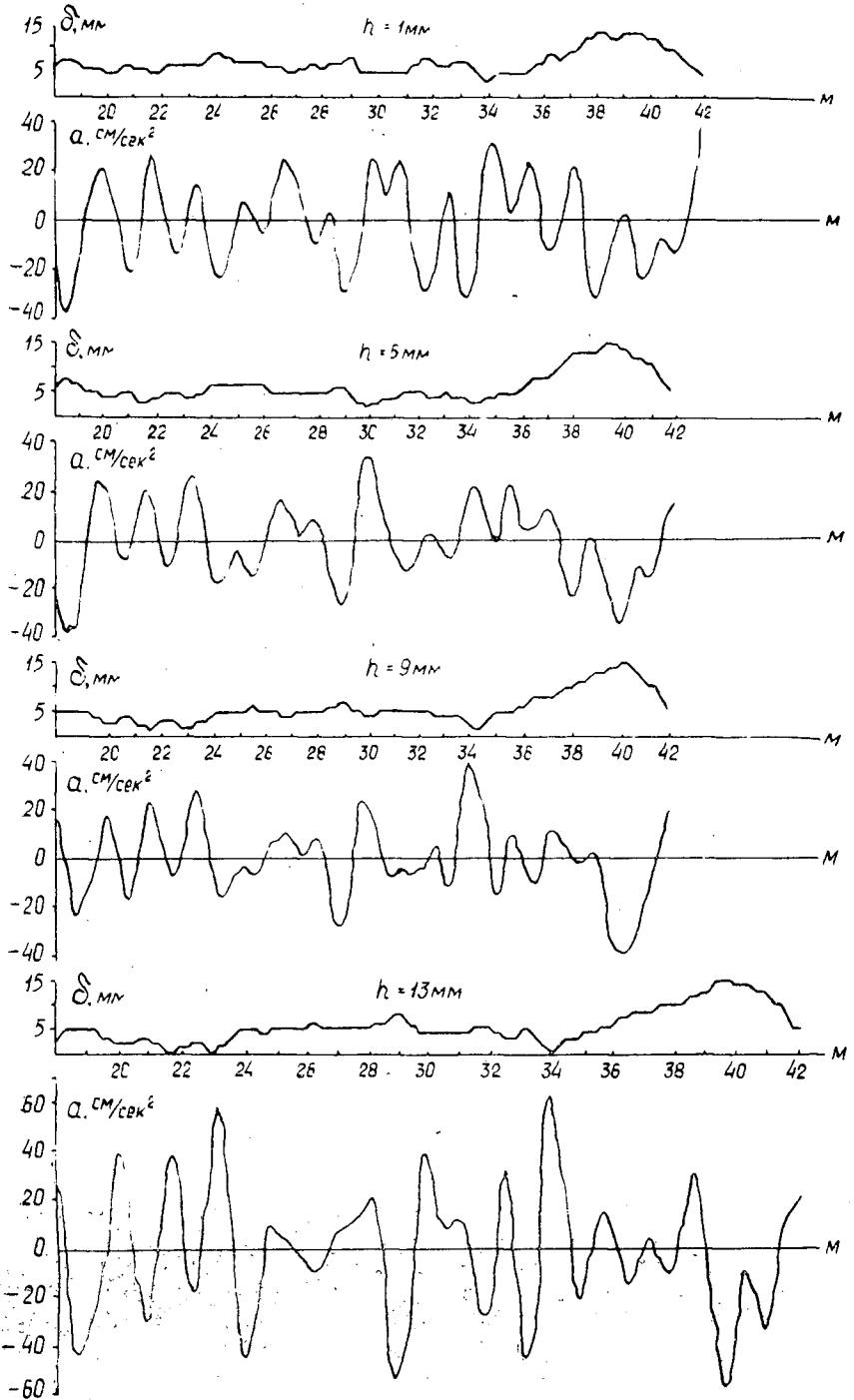


Рис. 2.

На рис. 3 представлен график изменения a и a_{max} в зависимости от величины возвышения H левой рельсовой нити. Из графика видно, что средние значения поперечных ускорений осей I—IV мало отлича-

Таблица 4

Показатели	Величина показателей при возвышении, мм			
	1	5	9	13
Первая ось				
\bar{a}	25,5	16,1	16,3	18,1
s	18,1	10,2	14,4	15,2
k_s	2,96	3,01	3,02	2,98
a_{max}	79,1	46,8	59,8	63,4
N	163	131	125	147
Вторая ось				
\bar{a}	14,2	12,5	12,2	20,5
s	9,9	9,1	9,9	16,2
k_s	3,00	3,01	3,01	2,98
a_{max}	43,9	39,9	42,0	68,8
N	133	127	126	152
Третья ось				
\bar{a}	17,1	16,7	13,7	17,9
s	12,6	13,7	11,0	14,0
k_s	2,99	2,98	3,00	2,97
a_{max}	54,8	57,5	46,7	59,5
N	146	150	132	157
Четвертая ось				
\bar{a}	13,3	14,4	11,8	12,9
s	9,1	11,0	9,9	8,9
k_s	3,02	3,04	3,06	3,04
a_{max}	40,8	47,8	42,1	52,1
N	123	117	107	117

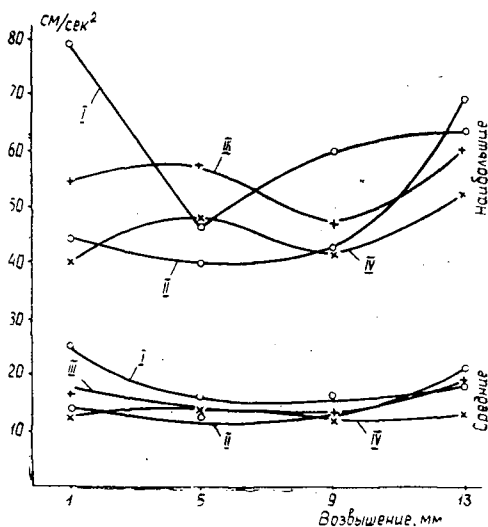


Рис. 3.

ются друг от друга (от 11,8 до 25,5 см/сек²). Выделяется повышенное воздействие первой оси сцепа.

Характерно, что при возвышении левого рельса на 4 мм поперечные ускорения несколько уменьшаются. При больших возвышениях наблюдается рост ускорений.

Общий анализ экспериментального материала приводит к выводу, что при возвышении одного рельса над другим до 8—9 мм силовое воздействие подвижного состава на путь остается практически в тех же пределах, что и при расположении рельсовых нитей на одном уровне.

В то же время данные о поперечных ускорениях позволяют утверждать, что при постоянном возвышении одной рельсовой нити на 1—6 мм устойчивость хода колесных пар даже повышается.

Требования «Правил технической эксплуатации лесовозных железных дорог» по величине отклонения головок рельсов от горизонтального уровня на величину не более 3 мм следует считать недостаточно обоснованными. Для установления рекомендаций допусков содержания рельсовой колеи по уровню необходимо рассмотреть вопрос о влиянии знакопеременных отклонений на величину боковой качки подвижного состава.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов. Таблицы математической статистики. Вычислительный центр АН СССР, М., 1968. [2]. М. Ф. Вериго. Экспериментальные исследования воздействия подвижного состава на железнодорожный путь при высоких скоростях движения. Ежемесячный бюллетень МАЖК, № 4, 1968. [3]. К. Ландош. Практические методы прикладного анализа. Изд-во физико-математической литературы. М., 1961.

Поступила 3 декабря 1970 г.

УДК 625.1

ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА КАСАТЕЛЬНУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ ГРУНТА

В. П. МИГЛЯЧЕНКО

Московский лесотехнический институт

Рабочие органы грунтосмесительных машин, применяемых при строительстве лесовозных автомобильных дорог, представляют собой режущие лопасти, установленные в определенном порядке на роторе и транспортирующие отфрезерованный грунт. Процесс фрезерования грунта рабочими органами этих машин можно классифицировать как чистое резание. Грунт отделяется от массива режущей частью рабочего органа, обычно имеющей вид клина. Резание сопровождается упругими и пластическими деформациями сжатия, сдвига (среза), а также перемещением элементов стружки грунта с учетом трения их о грунт и сталь. Касательная составляющая силы резания складывается из суммы сопротивлений, потребных для сжатия, среза и перемещения элементов стружки, и зависит от геометрии режущего органа, а также от свойств грунта. Режущие кромки лопаток описывают сложную траекторию, которая зависит от положения оси ротора в пространстве, направления его вращения и соотношения между вращательной и поступательной скоростями.

Траекторию движения режущих лопаток можно представить уравнением трохоиды в параметрическом виде

$$\left. \begin{aligned} x &= v_{\text{фр}} t + R \cos \omega t \\ y &= R_{\text{л}} (1 - \sin \omega t), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $v_{\text{фр}}$ — поступательная скорость фрезы;
 $R_{\text{л}}$ — радиус режущей лопатки фрезы;
 $\varphi_0 = \omega t$ — угол поворота ротора фрезы;
 t — время.

Если при входе режущей лопатки в грунт абсолютная скорость ее направлена перпендикулярно горизонтали, то при дальнейшем повороте ротора нож будет вырезать стружку, то есть

$$\frac{dx}{dt} = v_{\text{фр}} - R_{\text{л}} \omega \sin \varphi_0 = 0,$$

откуда

$$\sin \varphi_0 = \frac{v_{\text{фр}}}{R_{\text{л}} \omega} = \frac{1}{\lambda},$$

где $\lambda = \frac{R \omega}{v_{\text{фр}}} = \frac{v_{\text{окр}}}{v_{\text{фр}}}$ — кинематический показатель грунтосмесительных машин. От соотношения поступательной и окружной скорости зависит качество измельчения обрабатываемого грунта.

Составляющие абсолютной скорости вычислим как первые производные пути по времени из уравнения (1)

$$\begin{aligned} v_x &= \frac{dx}{dt} = \frac{d(v_{\text{фр}} t + R_{\text{л}} \cos \omega t)}{dt} = v_{\text{фр}} - R_{\text{л}} \omega \sin \omega t; \\ v_y &= \frac{dy}{dt} = \frac{d[R_{\text{л}} (1 - \sin \omega t)]}{dt} = R_{\text{л}} \omega \cos \omega t. \end{aligned}$$

Произведение $R_{\text{л}} \omega$ есть окружная скорость лопатки, тогда

$$\begin{aligned} v_x &= v_{\text{фр}} - v_{\text{окр}} \sin \omega t; \\ v_y &= v_{\text{окр}} \cos \omega t. \end{aligned}$$

Преобразуя это выражение, получим

$$\begin{aligned} v_x &= 1 - \frac{v_{\text{окр}}}{v_{\text{фр}}} \cdot \sin \omega t; \\ v_y &= \frac{v_{\text{окр}}}{v_{\text{фр}}} \cos \omega t \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} v_x &= 1 - \lambda \sin \omega t; \\ v_y &= \lambda \cos \omega t. \end{aligned}$$

Значение λ определяет подачу на одну режущую лопатку или среднюю толщину вырезаемой стружки δ

$$\delta_{\text{ср}} = \frac{B \cdot h}{L}, \quad (2)$$

где B — подача на одну режущую лопатку, м;
 h — глубина фрезерования, м;
 L — рабочая длина дуги, м.

Из уравнения (2) следует, что средняя толщина стружки при $\frac{v_{\text{пос}}}{v_{\text{окр}}} = \text{const}$ пропорциональна глубине фрезерования h и длине дуги L

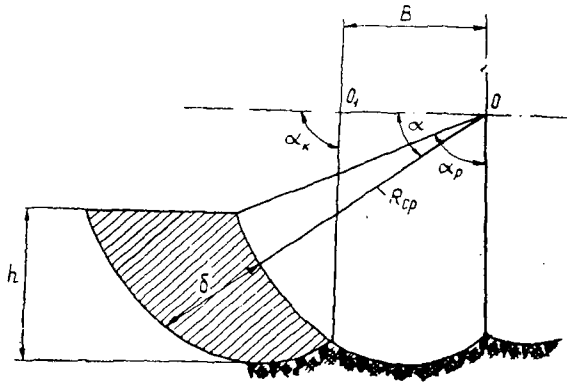


Рис. 1. Схема к определению толщины вырезаемой стружки.

контакта режущей лопатки с грунтом. Для определения угла контакта воспользуемся схемой (рис. 1); на которой представлено сечение вырезаемой стружки.

Угол в момент начала резания грунта лопаткой определится из зависимости

$$\sin \alpha_n = \frac{R_{cp} - h}{R_{cp}}.$$

Для грунтосмесительных машин процесс резания заканчивается в нижней части траектории, описываемой режущей лопаткой, тогда можно записать, что угол контакта

$$\alpha_k = 90^\circ = \frac{\pi}{2}.$$

Рабочий угол режущей лопатки

$$\alpha_p = \alpha_k - \alpha_n = \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{R_{cp} - h}{R_{cp}}.$$

Длина дуги контакта режущей лопатки

$$L = R \alpha_p = R \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{R_{cp} - h}{R_{cp}} \right].$$

Зависимость средней толщины стружки от глубины фрезерования при постоянном диаметре ротора, после подстановки значения L в уравнение (2) имеет вид

$$\delta_{cp} = \frac{Bh}{R \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{R_{cp} - h}{R_{cp}} \right]}.$$

Величина средней толщины стружки существенно влияет на энергоёмкость процесса фрезерования грунта. Учитывая это, автор провел эксперименты по выявлению влияния окружной и поступательной скорости на энергоёмкость процесса фрезерования грунта в целом. Исследования выполнены в грунтовом канале Московского автомобильно-дорожного института на речном песке, имеющем 4,1% частиц крупнее 2 мм, влажность 6–8%. При исследовании влияния окружной скорости на величину тягового усилия глубина фрезерования составляла 20 см, ширина фрезерования 1,25 м, поступательная скорость 10 м/мин; при исследовании влияния поступательной скорости на величину тягового усилия угловая скорость ротора равнялась 210 об/мин; остальные параметры были постоянны и равны соответственно: глубина фрезерования 20 см, ширина фрезерования 1,25 м.

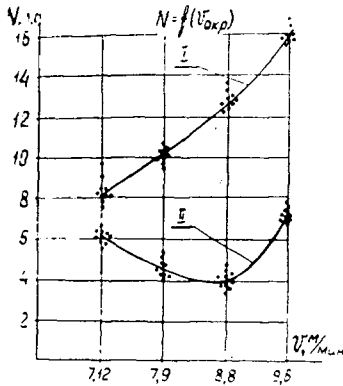


Рис. 2.

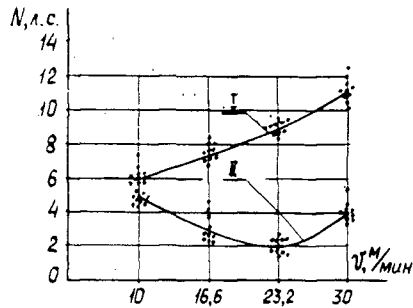


Рис. 3.

На рис. 2 представлена экспериментальная зависимость изменения потребной мощности от окружной скорости ротора, на рис. 3 — от поступательной скорости (I — на фрезерование; II — на передвижение агрегата).

С ростом окружной скорости расходуется мощность на отрезание мелких стружек, что не всегда рационально с точки зрения степени измельчения грунта. Снижение мощности на перемещение агрегата можно объяснить тем, что режущие лопатки рабочего органа при определенных скоростях встречают минимальное лобовое сопротивление.

Анализируя кривую II (рис. 3), можно сказать, что существует оптимальная поступательная скорость, при которой ротор с максимальной отдачей работает на самоотталкивание агрегата.

В экспериментальных данных границы исследуемых параметров были шире параметров существующих грунтосмесительных машин, что позволяет рекомендовать оптимальные параметры работы активного рабочего органа для вновь проектируемых машин.

Поступила 4 декабря 1970 г.

УДК 625.1

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ НЕРОВНОСТИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ

С. И. МОРОЗОВ

Архангельский лесотехнический институт

При строительстве и эксплуатации рельсо-шпальной решетки наблюдаются различные искривления ее в плане и в продольном профиле. Они оказывают определенное влияние на устойчивость пути. Длина начальной неровности может быть больше или меньше длины изогнутой части пути. Рассмотрим последовательно оба случая.

Анализ сделан в предположении, что путь считается стержнем постоянного поперечного сечения, сопротивление поперечному сдвигу постоянно по величине, действие реактивных моментов и сопротивления перемещению шпал вдоль пути не рассматривается. Это, конечно, отражается на величине параметров, характеризующих процесс потери устойчивости пути, но не влияет на физическую сущность явления

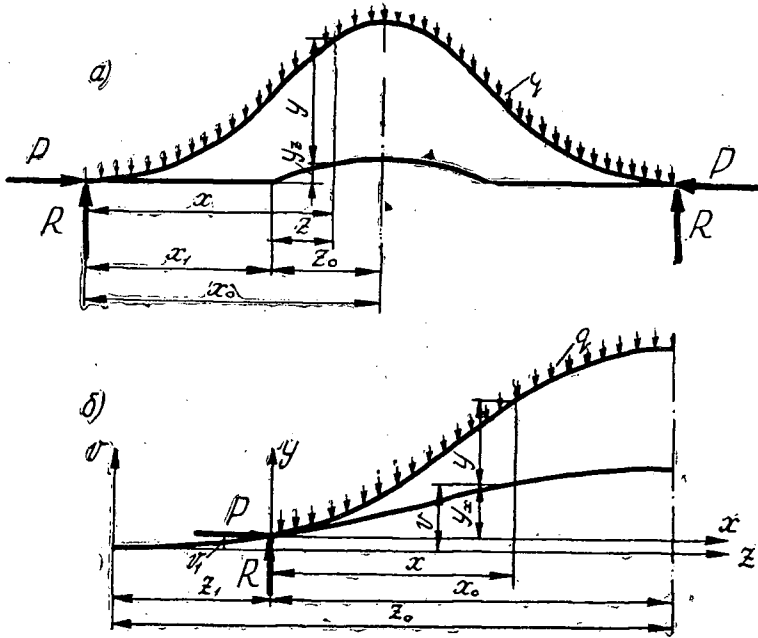


Рис. 1.

а — расчетная схема при $x_0 > z_0$;
 б — расчетная схема при $x_0 < z_0$.

Считается, что изогнутая часть пути состоит из одной волны, находящейся в равновесии под действием продольных сжимающих сил P , равномерно распределенной поперечной нагрузки q , противодействующей прогибам, и сосредоточенных поперечных сил R в крайних сечениях участка. Из условия равновесия $R = qx_0$.

Расчетная схема для первого случая показана на рис. 1, а. На участке без неровности $0 \leq x \leq x_1$ дифференциальное уравнение имеет вид

$$y_1'' + k^2 y_1 = rx - \frac{nx^2}{2}; \quad (1)$$

на участке с местной неровностью $x_1 \leq x \leq x_0$

$$y_{II}'' + k^2 y_{II} = rx - \frac{nx^2}{2} - k^2 y_z, \quad (2)$$

где $k^2 = \frac{P}{EI}$; $r = \frac{R}{EI}$; $n = \frac{q}{EI}$;

y — ордината начальной неровности;

y_z — ордината изогнутой части пути, отсчитываемая от недеформированного положения пути.

Общее решение уравнений (1) и (2) имеет вид

$$y_1 = A \sin kx + B \cos kx + \frac{n}{k^4} + \frac{rx}{k^2} - \frac{nx^2}{2k^2}; \quad (3)$$

$$y_{II} = C \sin kx + D \cos kx + \frac{n}{k^4} + \frac{rx}{k^2} - \frac{nx^2}{2k^2} + \Phi(z). \quad (4)$$

Постоянные A, B, C, D определяются из начальных и граничных условий. При $x = 0$ имеем $y_1 = 0, y_1' = 0$, при $x = x_1$ имеем $y_1 = y_{II}, y_1' = y_{II}'$, отсюда

$$A = -\frac{r}{k^2}; \quad C = A + \Phi_1(0);$$

$$B = -\frac{n}{k^4}; \quad D = B + \Phi_2(0).$$

Параметр k , а затем и сжимающую силу находим из условия: при $x = x_0$ $y''_{II} = 0$, откуда

$$A \cos kx_0 - B \sin kx_0 = \Phi_1(z_0). \quad (5)$$

Наибольший прогиб имеет место в сечении $x = x_0$

$$f = A \sin kx_0 + B \cos kx_0 + \frac{n}{k^4} + \frac{nx_0}{2k^2} + \Phi_2(z_0). \quad (6)$$

Входящие в уравнение функции $\Phi(z)$, $\Phi(0)$, $\Phi(z_0)$ обусловлены наличием неровности. При решении задачи рассмотрены четыре неровности, уравнения которых имеют вид:

для смещенной косинусоиды

$$y_z = \frac{f_0}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{z_0} z \right);$$

для синусоиды

$$y_z = f_0 \sin \frac{\pi}{2z_0} z;$$

для параболы

$$y_z = \frac{z^3}{z_0^3} \left(4 - 3 \frac{z}{z_0} \right);$$

для сложной кривой

$$y_z = f_0 \left[0,0637 (1 - \cos \beta z) - 0,2862 \sin \beta z + 0,012834 \left(z - \frac{z^2}{2z_0} \right) \right],$$

где $z = x - x_0$ — текущая абсцисса неровности;

f_0 — максимальный прогиб неровности;

z_0 — половина длины неровности;

$$\beta = \frac{8,98}{2z_0}.$$

Можно отметить, что кривые отличаются друг от друга различной степенью выпуклости. Кроме того, у синусоиды $y'_z(0) \neq 0$, у смещенной косинусоиды $y''_z(0) \neq 0$.

Решение уравнения (5) в общем виде аналитически получить невозможно, поэтому P и f определяли на ЭВМ для $EI = 1 \cdot 10^9$ кг/см² и $q = 1$ кг/см. Основные результаты решения представлены на графиках (рис. 2).

Кривые на рис. 2,а выражают зависимость между величиной сжимающей силы и наибольшим прогибом. Они получены для неровности, уравнением которой является смещенная косинусоида, но, аналогичны и для остальных типов неровностей.

Эти кривые показывают, что первоначально, по мере возрастания прогибов, сила P увеличивается, достигает максимума, после чего сила, удерживающая искривленную ось в равновесии, уменьшается. Практически это означает, что после достижения максимума силы P происходит выброс пути.

Величина максимальной сжимающей силы зависит от конструкции пути, а также от вида и размеров начальной неровности.

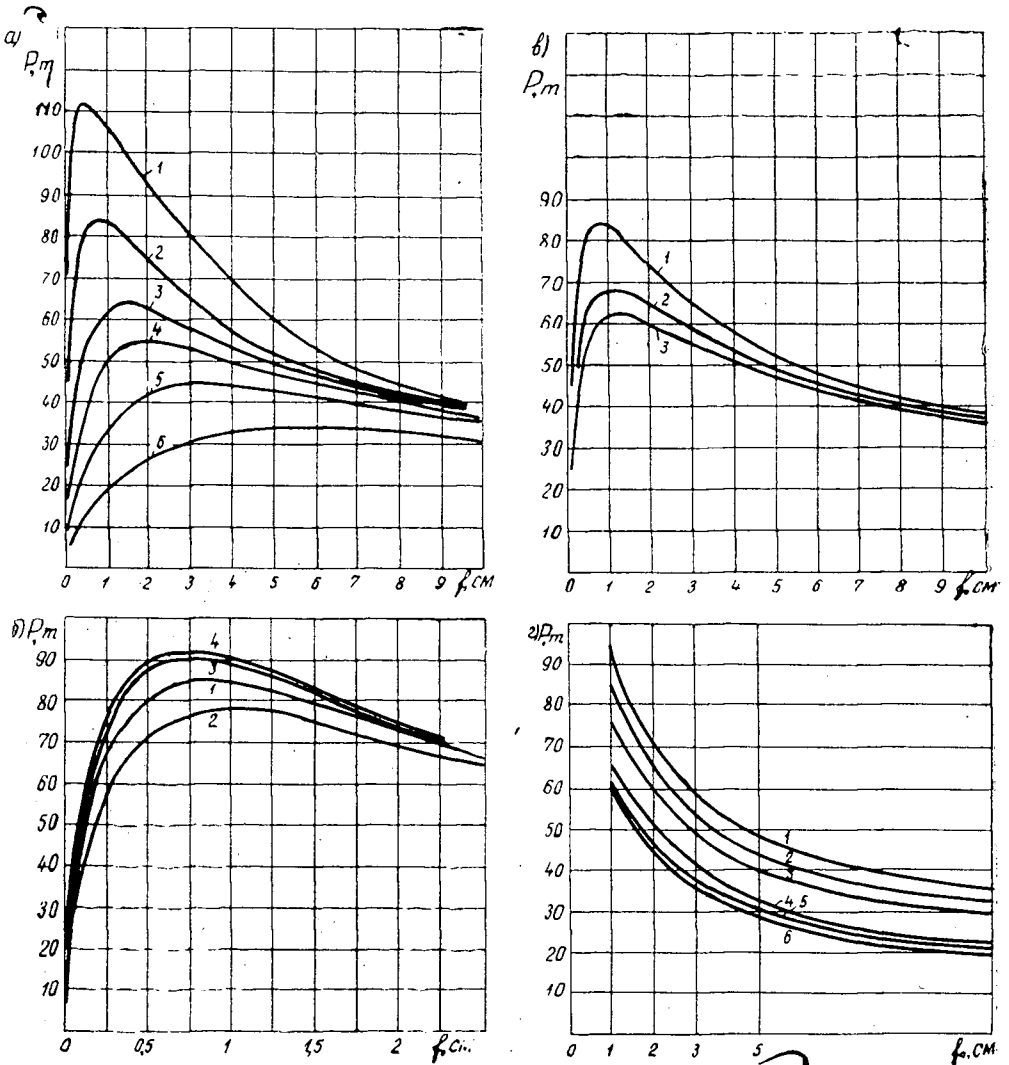


Рис. 2.

а — зависимость сжимающей силы от прогибов при $z_0 = \text{const}$: 1 — $f_0 = 0,5$ см; 2 — $f_0 = 1,0$ см; 3 — $f_0 = 2,0$ см; 4 — $f_0 = 3,0$ см; 5 — $f_0 = 5,0$ см; 6 — $f_0 = 10,0$ см; б — зависимость сжимающей силы от типа неровностей: 1 — смещенная косиноида; 2 — синусоида; 3 — парабола; 4 — сложная кривая; в — влияние длины неровности на сжимающую силу: 1 — $z_0 = 100$ см; 2 — $z_0 = 200$ см; 3 — $z_0 = 300$ см; г — зависимость сжимающей силы от величины прогиба начальной неровности: 1, 2, 3 — $z_0 = 100$ см; 4, 5, 6 — $z_0 = 300$ см; 1, 4 — парабола; 2, 5 — смещенная косиноида; 3, 6 — синусоида.

Влияние типа неровности показано на рис. 2, б. Основным фактором, сказывающимся на устойчивости, является выпуклость пути. При ее увеличении устойчивость уменьшается.

Влияние длины неровности и прогиба ее иллюстрируют рис. 2, в и 2, г. Изображенные на них кривые показывают, что устойчивость пути по мере увеличения f_0 и z_0 уменьшается.

Принято считать, что устойчивость пути характеризуется средним уклоном неровности $i = f_0 : z_0$. Решение показывает, что на самом деле зависимость значительно сложнее, и неровности различных размеров,

время одинаковую величину уклона i , отличаются величиной устойчивости пути (табл. 1).

Таблица 1

Уравнение неровности	Размеры		i	P_{max}, T
	$f_0, \text{см}$	$z_0, \text{см}$		
$y_z = \frac{f_0}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{z_0} z\right)$	1	100	0,01	85
	2	200	0,01	50
	3	300	0,01	37,5

Величина прогиба изогнутой оси при $x = z_0$ в рассматриваемом случае может быть довольно мала (табл. 2), однако не равна нулю. При увеличении z_0 величина начального значения f повышается.

Таблица 2

$f_0, \text{см}$	$f, \text{см}, \text{при } z_0, \text{см}$		
	100	200	300
1	0,0025	0,04	0,22
2	0,0025	0,04	0,22
3	0,025	0,04	0,22
4	0,025	0,04	0,22

Расчетная схема для второго случая, когда длина неровности больше длины изогнутой части, дана на рис. 1,б. Предположим, что неровность выражается уравнением смещенной косинусоиды

$$v_z = \frac{v_0}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi}{z_0} z\right). \quad (7)$$

В пределах изогнутого участка уравнение, отнесенное к системе координат x, y , принимает вид

$$y_x = \frac{v_0}{2} \left[\cos \frac{\pi}{z_0} (x_0 - x) - \cos \frac{\pi}{z_0} x_0 \right]. \quad (7a)$$

В крайних сечениях изогнутого участка действуют сосредоточенные силы, направленные вдоль и перпендикулярно оси балки. Разложим их на составляющие по осям x и y . Равнодействующую составляющих, направленных параллельно оси x , обозначим P , параллельно оси y — R . Из условия равновесия сил имеем $R = qx_0$.

Дифференциальное уравнение для изогнутого участка

$$EIy'' = -P(y + y_x) + Rx - \frac{qx^2}{2},$$

после преобразований приводится к виду

$$y'' + k^2 y = rx - \frac{nx^2}{2} - k^2 y_x, \quad (8)$$

где y_x — ордината неровности в системе x, y .

Общее решение уравнения (8)

$$y = A \sin kx + B \cos kx + \frac{rx}{k^4} + \frac{rx}{k^2} - \frac{nx^2}{2k^2} + \frac{v_0}{2} \cos \frac{\pi}{z_0} x_0 - \\ - \frac{v_0 k^2}{2 \left[k^2 - \left(\frac{\pi}{z_0} \right)^2 \right]} \cos \frac{\pi}{z_0} (x_0 - x).$$

Постоянные A и B находим из условия: при $x = 0$ $y = 0$, $y' = \frac{v_0 \pi}{2z_0} \sin \frac{\pi}{z_0} x_0$.

Для определения k и f используем условия: при $x = x_0$ $y' = 0$, $y = f$, отсюда

$$A \cos kx_0 - B \sin kx_0 = 0; \quad (9)$$

$$f = A \sin kx_0 + B \cos kx_0 + \frac{n}{k^4} + \frac{nx_0}{2k^2} + \frac{v_0}{2} \cos \frac{\pi}{z_0} x_0 - \frac{v_0 k^2}{2 \left[k^2 - \left(\frac{\pi}{z_0} \right)^2 \right]}. \quad (10)$$

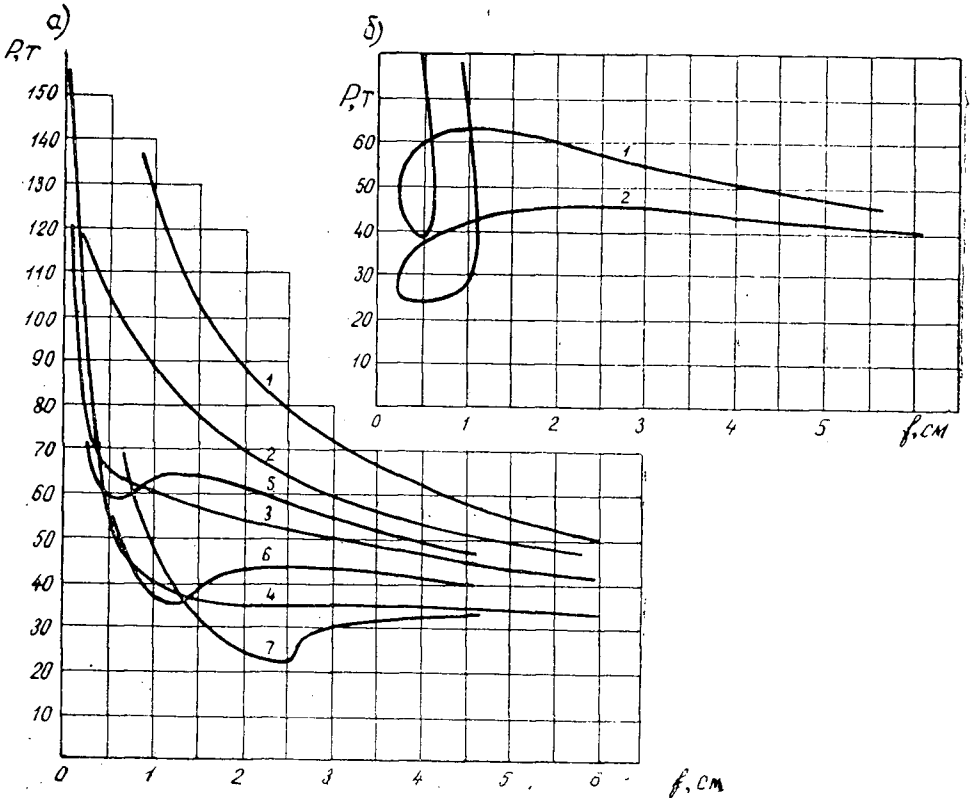


Рис. 3. Зависимость сжимающей силы от прогибов.

а - 1 - $v_0 = 0$; 2, 3, 4 - $z_0 = 1000$ см; 5, 6, 7 - $z_0 = 600$ см;
 2, 5 - $v_0 = 1$ см; 3, 6 - $v_0 = 2$ см; 4, 7 - $v_0 = 4$ см;
 б - $z_0 = 300$ см; 1 - $v_0 = 1$ см; 2 - $v_0 = 2$ см.

Результаты решения показаны на рис. 3, а. Кривая 1 получена для балки, не имеющей неровности. Если кривизна неровности достаточно мала (кривые 2, 3), то зависимость $P(f)$ сохраняет в общем случае гиперболический характер. По мере увеличения кривизны (кривая 4) вид этой зависимости постепенно изменяется, и на кривых можно выделить два участка (кривые 5, 6, 7). Один участок, соответствующий малым прогибам, остается гиперболическим, второй — для больших прогибов — имеет вид параболы. Характер сопряжения этих участков зависит от кривизны изогнутой оси. Для неровностей неболь-

шой длины и большого прогиба такое сопряжение имеет вид петли (рис. 3, б).

Следовательно, если прогиб происходит в пределах неровности, то при $f \rightarrow 0$ $P \rightarrow \infty$. Это объясняется уменьшением относительного начального прогиба неровности $v_0 - v_1$. В пределе разность $v_0 - v_1$ стремится к нулю, поэтому и устойчивость становится бесконечно большой.

Объединяя оба случая: $x_0 > z_0$ и $x_0 < z_0$, можно отметить, что неровности значительно снижают устойчивость пути, однако необходимо действие дополнительных факторов для преодоления того участка деформаций, где $P \rightarrow \infty$. Такими факторами могут быть сосредоточенные внешние поперечные силы (рихтовка пути), эксцентриситет сжимающей силы, поперечные силы R , возникающие при действии сжимающих сил и являющиеся их составляющими.

Наибольшего значения силы R достигают в том сечении неровности, где $y'_z = \max$. Для неровности, имеющей вид смещенной косинусоиды (7), в этом случае имеем

$$y'_{z \max} = \frac{\pi v_0}{2z_0},$$

отсюда

$$R_{\max} = P y'_{z \max} = P \frac{\pi v_0}{2z_0}. \quad (11)$$

Если $R_{\max} \leq q x_0$, то рассматриваемый участок пути находится в равновесии. Если $R_{\max} > q x_0$, то силы R_{\max} вызывают сдвиг всего участка. Это создает условия для появления изгибных деформаций, то есть нарушения устойчивости пути.

Минимальное значение силы R_{\max} , приводящей к сдвигу пути, может быть найдено из условия

$$R_{\max} = q x_0,$$

отсюда определяются соответствующие значения сжимающей силы

$$P_{\text{сдв}} = \frac{2q x_0 z_0}{\pi v_0}. \quad (12)$$

Так как при $y'_z = \max$ имеет место $x_0 = \frac{z_0}{2}$, то

$$P_{\text{сдв}} = \frac{q z_0^2}{\pi v_0}. \quad (12a)$$

Перемещения пути возможны при условии $P \geq P_{\text{сдв}}$. Некоторые значения силы $P_{\text{сдв}}$ для начальной неровности (7) приведены в табл. 3.

Таблица 3

v_0 , см	Сила $P_{\text{сдв}}$, Т, при z_0 , см						
	100	200	300	400	600	800	1000
0,25	14	50					
0,50	7	25	58	102			
1,0	3,5	12,5	29	51	114	200	320
2,0			14,5	25,5	57	100	160
4,0			7,2	12,8	28,5	50	80
8,0					14,2	25	40

Процесс потери устойчивости должен в общем случае состоять из трех стадий. На первой стадии $P < P_{\text{сдв}}$ рост сжимающей силы не вызывает перемещений рельсо-шпальной решетки.

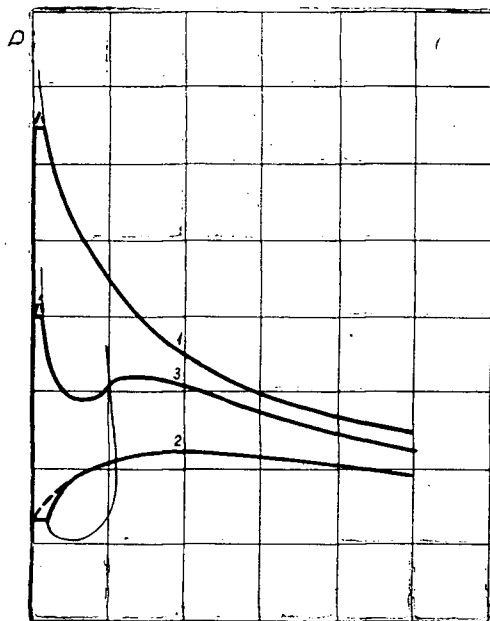


Рис. 4.

На второй стадии $P > P_{\text{сдв}}$ по мере увеличения сжимающей силы происходит сдвиг рельсо-шпальной решетки. Он начинается на участке между точками перегиба неровности, затем длина сдвигаемого участка увеличивается.

Третья стадия начинается тогда, когда деформации от сдвига достигнут деформаций, возможных при изгибе. Дальнейший рост деформаций происходит в соответствии с графиком зависимости $P(f)$.

Возможные частные случаи потери устойчивости приведены на рис. 4. Кривая 1 соответствует участку пути, имеющему неровность малой кривизны. Изгибные деформации происходят в виде выброса. Кривая 2 относится к пути, имеющему неровность большой кривизны. По мере роста P деформации пути увеличиваются пропорционально силе. Выброс наступает при условии $P = P_{\text{max}}$. Кривая 3 характеризует промежуточный случай.

На графиках для наглядности участок сдвига показан в виде скачка от недеформированного состояния до наступления изгибных деформаций. Фактические перемещения пути, по всей видимости, будут происходить так, как это показано пунктиром.

Поступила 11 января 1971 г.

УДК 634.375.5

ВЛИЯНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ПРОДОЛЬНО-УГЛОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ЗВЕНЬЕВ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ПОЕЗДА НА ЕГО ПРОДОЛЬНОЮ ДИНАМИКУ

Н. А. ГАЙДАР, И. П. КОВТУН

Львовский лесотехнический институт

С. Г. КОСТОГРЫЗ

Хмельницкий технологический институт

Уменьшение непрерывных колебаний звеньев автомобильного поезда при хлыстовой вывозке леса — первостепенная задача. Эти колебания в значительной степени определяют плавность хода поезда, а также условия реализации тягово-динамических возможностей [1]. В качестве примера рассмотрим эквивалентную динамическую расчетную схему лесовозного автопоезда (рис. 1).

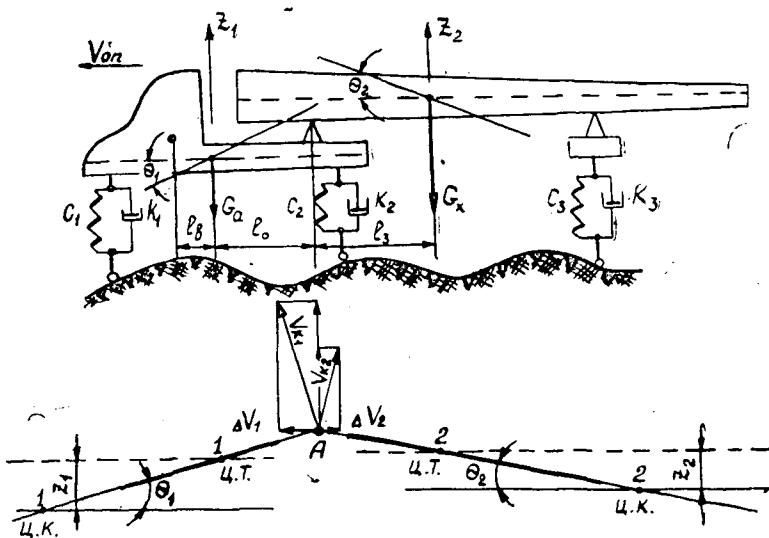


Рис. 1.

Поскольку воздействие одного звена на другое в системе автопоезда осуществляется через сопряженные точки, то целесообразно исследовать движение передней точки опоры хлыстов (точки А), общей для обоих звеньев.

Рассматривая колебания поддрессоренной части звеньев системы в определенные моменты времени как повороты вокруг мгновенных центров колебаний [2], можно установить, что горизонтальные составляющие скорости поворота сопряженной точки А вокруг центров колеба-

ний звеньев, вызванные колебаниями соответственно подрессоренной части тягача ΔV_1 и хлыстов ΔV_2 , равны

$$\left. \begin{aligned} \Delta V_1 &= \dot{\Theta}_1 z_1 + \dot{\Theta}_1 \Theta_1 l_0 \\ \Delta V_2 &= \dot{\Theta}_2 z_2 + \dot{\Theta}_2 \Theta_2 l_3, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где l_0 и l_3 — расстояния сопряженной точки A (переднего коника) до центров тяжести тягача (первого звена) и роспуска схлыстами (второго звена);

z_i ; Θ_i — вертикальные и продольно-угловые колебания i -того звена поезда.

Если к зависимости (1) применить теоремы операционного исчисления [3], считая, что возмущением служит гармоническая функция $y = He^{i\omega t}$, после некоторых преобразований получим амплитудно-фазовые частотные характеристики продольных перемещений сопряженной точки от колебаний звеньев поезда $W_{L_i}(i\omega)$

$$\left. \begin{aligned} W_{L_1} &= \frac{H}{4} W_{\Theta_1}(i\omega) [W_{z_1}(i\omega) + l_0 W_{\Theta_1}(i\omega)] \\ W_{L_2} &= \frac{H}{4} W_{\Theta_2}(i\omega) [W_{z_2}(i\omega) + l_3 W_{\Theta_2}(i\omega)]. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Амплитудно-фазовая частотная характеристика суммарного перемещения сопряженной точки передней опоры хлыстов равна

$$W_L(i\omega) = \sum_{i=1}^2 W_{L_i}(i\omega), \quad (3)$$

где H — половина высоты неровности пути;
 $W_{z_i}(i\omega)$; $W_{\Theta_i}(i\omega)$ — соответственно амплитудно-фазовые частотные характеристики вертикальных и продольно-угловых перемещений i -того звена поезда.

Амплитудно-частотные характеристики $W_{z_i}(i\omega)$ и $W_{\Theta_i}(i\omega)$ определяются из дифференциальных уравнений, описывающих движение автопоезда, за обобщающие координаты которого приняты вертикальные и продольные угловые перемещения центров тяжести звеньев поезда.

Поскольку точка A является общей для обоих звеньев, то нетрудно доказать, что виртуальное ее перемещение в вертикальной плоскости δ_y выражается зависимостями

$$\delta_y = z_1 + \Theta_1 l_0 \quad \text{или} \quad \delta_y = z_2 + \Theta_2 l_3, \quad (4)$$

откуда следует, что

$$z_1 + \Theta_1 l_0 = z_2 + \Theta_2 l_3$$

или

$$W_{z_1}(i\omega) + l_0 W_{\Theta_1}(i\omega) = W_{z_2}(i\omega) + l_3 W_{\Theta_2}(i\omega) = W_{z_A}(i\omega). \quad (5)$$

С учетом зависимостей (2), (3), (5) выражение амплитудно-фазовой частотной характеристики относительных перемещений звеньев поезда принимает вид

$$W_L(i\omega) = \frac{H}{4} W_{z_A}(i\omega) \sum_{i=1}^2 W_{\Theta_i}(i\omega). \quad (6)$$

Амплитуда относительных перемещений звеньев соответственно выражается зависимостью

$$L_0 = \frac{H^2}{4} \left| W_{z_A}(i\omega) \right| \sum_{i=1}^2 \left| W_{\theta_i}(i\omega) \right|. \quad (7)$$

Таким образом, при движении лесовозного автомобильного поезда по неровностям пути в результате вертикальных и продольно-угловых колебаний звеньев системы возникают продольные колебания звеньев поезда, а значит, и продольные силы инерции, которые вызывают дополнительные затраты мощности двигателя.

Возникающие при этом продольные ускорения оказывают отрицательное действие на комфортабельность движения, а значит, на условия труда водителя, поскольку чувствительность человека к продольным ускорениям в несколько раз выше, чем к вертикальным.

Используя зависимости (2) и

$$W_j(S) = S^2 W_L(S), \quad (8)$$

где $W_j(S)$; $W_L(S)$ — соответственно передаточные функции продольного ускорения и перемещения по воздействию от микропрофиля пути,

и приравнивая $S = 2i\omega$, получаем значение амплитуды продольного ускорения на месте сидения водителя

$$j_{o.v} = \omega^2 l^2 \left| W_{\theta_1}(i\omega) \right| \left[\left| W_{z_1}(i\omega) \right| - l_b \left| W_{\theta_1}(i\omega) \right| \right], \quad (9)$$

где ω — круговая частота;

l_b — расстояние от места сидения водителя до центра тяжести автомобиля.

На основании изложенного метода расчета была построена амплитудно-частотная характеристика продольных ускорений на месте сидения водителя (рис. 2) применительно к лесовозному поезду на базе ЗИЛ-130.

В результате вертикальных и продольно-угловых колебаний звеньев системы автопоезда сцепной крюк также совершает продольные

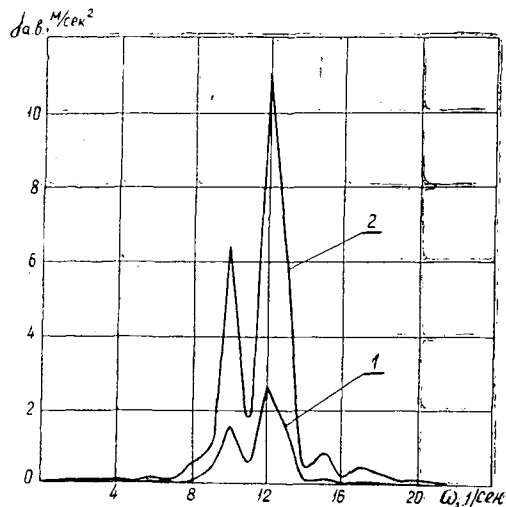


Рис. 2. Амплитудно-частотные характеристики продольных ускорений на месте сидения водителя лесовозного автопоезда (ЗИЛ-130 + П-Р-4) при $V_{он} = 2,78$ м/сек.

1 — $H = 0,05$ м; 2 — $H = 0,10$ м.

колебания, следовательно, на крюке возникает дополнительная сила тяги $P_{кр}$, величину которой (при отсутствии зазора в сцепке) можно определить по формуле

$$P_{кр} = x c_k + \dot{x} k_k, \quad (10)$$

где c_k и k_k — соответственно жесткость и коэффициент демпфирования упругого элемента сцепного устройства;
 x — величина относительного продольного перемещения звеньев.

На основании выражений (7) и (10) можно установить, что амплитуда составляющей силы тяги на крюке

$$P_{o.кр} = \frac{H^2}{4} \left| W_{z_k}(i\omega) \right| \sum_{i=1}^2 \left| W_{\theta_i}(i\omega) \right| \sqrt{c_k^2 + \omega^2 k^2}, \quad (11)$$

где $W_{z_k}(i\omega)$ — модуль амплитудно-частотной характеристики вертикального перемещения сцепного устройства.

Таким образом, в результате вертикальных и продольно-угловых колебаний тягача и роспуска с хлыстами движение автопоезда сопровождается непрерывными продольными взаимными перемещениями его звеньев при переходных режимах и при установившемся движении. Поскольку масса тягача в несколько раз меньше массы роспуска с хлыстами, то продольные колебания в большей степени испытывает автомобиль, что существенно ухудшает плавность его хода в системе автопоезда по сравнению с одиночным автомобилем. Этому способствует также и наличие значительно меньшего момента инерции тягача, вследствие чего он более легко выводится из положения равновесия

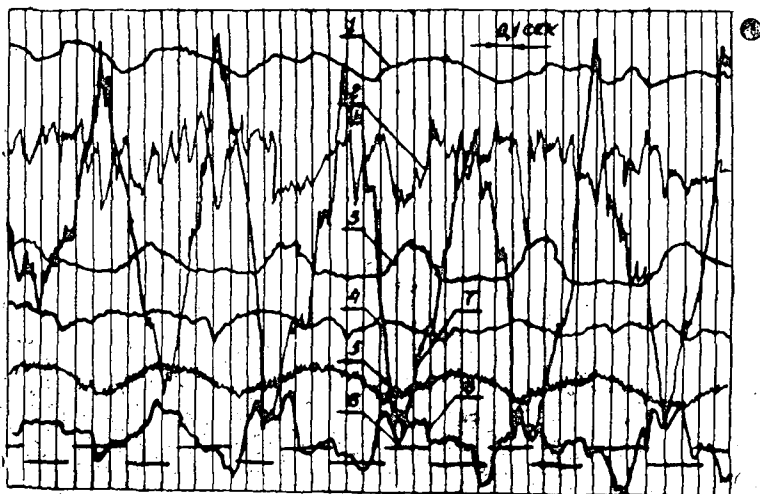


Рис. 3. Образец оциллограммы динамических процессов при движении автопоезда по синусоиде $2H = 0,10$ м; $V = 10$ км/час.

1 — продольное горизонтальное ускорение центра тяжести хлыстов; 2 — то же автомобиля; 3 — крутящий момент на полуоси; 4 — тяговое усилие на крюке; 5 — скорость вращения коленчатого вала двигателя; 6 — отметка числа оборотов переднего колеса автомобиля; 7 — вертикальное ускорение центра тяжести автомобиля; 8 — то же хлыстов.

неровностями пути, а значит, совершает колебания с большими амплитудами.

Вследствие продольных колебаний звеньев системы возникают горизонтальные силы инерции, а также составляющая силы тяги на крюке, которые оказывают влияние на тяговый баланс автопоезда. Экспериментальные исследования подтверждают правильность изложенных теоретических предпосылок. Осциллограмма (рис. 3) получена при экспериментальных дорожных исследованиях колебательных процессов автопоезда ЗИЛ-130 + 1-Р-4 с нагрузкой 8,0 т. Осциллограмма динамических процессов записана при движении автопоезда по чередующимся неровностям пути синусоидальной формы.

Экспериментальные исследования проводили на территории Бобрского лесхозага Львовского облупрлесхозага в 1969 г.

Наличие продольных ускорений звеньев поезда, а также изменений угловой скорости двигателя и силы тяги на крюке явно свидетельствует о наличии взаимосвязи, а значит, и о влиянии вертикальных и продольно-угловых колебаний звеньев системы на продольную динамику лесовозного автомобильного поезда.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Г. Гастев, В. И. Мельников. Основы динамики лесовозного подвижного состава. Изд-во «Лесная промышленность», 1967. [2]. С. Г. Костогрыз. К вопросу о колебаниях момента сопротивления движению трелевочного трактора ТДТ-55 по неровностям микропрофиля волока. Труды ЦНИИМЭ, сб. 91, 1968. [3]. В. С. Мартыненко. Операционное исчисление. Изд. Киевского университета, 1968.

Поступила 12 мая 1970 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.02

СИНТЕЗ ЗАКОНА ПОДАЧИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
КУЛАЧКОВЫМ МЕХАНИЗМОМ

М. С. МОВНИН, Л. И. ЯНТОВСКИЙ

Ленинградская лесотехническая академия

При обработке изделия дереворежущий инструмент часто испытывает весьма значительное сопротивление движению подачи. Реакция обрабатываемого материала, спроектированная на направление подачи инструмента, является технологической нагрузкой подающего механизма и численно равна усилию подачи.

В работах [2], [5] было показано, что в общем случае технологическая нагрузка переменна по величине и функционально связана с законом движения $s(t)$ и скоростью $v(t)$ подачи. В частности, при врезании инструмента в заготовку зависимость технологической нагрузки Q от времени можно представить следующей формулой:

$$Q(t) = \left[\sum_{n=0}^2 q_{sn} s^n(t) \right] \left[\sum_{n=0}^1 q_{vn} v^n(t) \right], \quad (1)$$

где q_{sn}, q_{vn} — эмпирические коэффициенты, зависящие от вида операции.

Переменная технологическая нагрузка, действующая на кулачковый механизм, который реализует подачу дереворежущего инструмента, существенно влияет на динамику движения ведомого звена. Так, кроме непосредственного «статического» воздействия на механизм, переменные технологические усилия являются причиной образования дополнительных колебаний ведомой массы и возникновения, вследствие этого, дополнительных инерционных усилий в зоне контакта высшей пары.

В работе [4] был определен динамический эффект от технологической нагрузки и идеального закона движения. С другой стороны, было показано [1], [3], что наибольший пик фактических ускорений рабочего звена прямо пропорционален некоторому параметру N , зависящему от вида $s(t)$ и $Q(t)$. Величину этого параметра можно определить следующим образом:

$$N = \frac{1}{\sqrt{v}} \left[\ddot{s}(t_m) + \sum_{i=0}^m e^{-\xi(t_m - t_{si})} \sqrt{\left(\Delta s_i^{(II)} - \frac{\Delta s_i^{(IV)}}{v^2} \right)^2 + \left(v \Delta s_i^{(I)} - \frac{\Delta s_i^{(III)}}{v} \right)^2} + \sum_{i=0}^n e^{-\xi(t_m - t_{qi})} \sqrt{v^2 (\Delta Q_i^{(0)})^2 + (\Delta Q_i^{(I)})^2} \right], \quad (2)$$

где $\ddot{s}(t_m)$ — идеальное, обусловленное выбранным законом движения ускорение в момент времени t_m , соответствующий наибольшему ожидаемому пику фактических ускорений;

- ξ — коэффициент демпфирования;
- ν — наименьшая частота собственных колебаний механизма;
- $\Delta s_i^{(j)}, \Delta Q_i^{(j)}$ — скачки j -тых производных функций соответственно идеального закона движения в моменты времени t_{si} и технологической нагрузки в моменты времени t_{Qi} .
- V — скорость разбега и выбега ведомого звена.

Наибольшее усилие в контакте высшей пары можно поставить в соответствие с некоторым параметром $[M]$, определяемым через комплекс исходных данных. Этот параметр является характеристикой рассматриваемого механизма. Сопоставляя параметр с рядом величин N , характерных для определенных законов движения, можно выделить группы законов, пригодных для описания разбега или выбега рабочего звена. Выбранный из этой группы закон движения, обеспечивающий наименьшее время разбега или выбега, будет оптимальным по быстродействию.

Рассмотрим два ряда законов движения. Первый ряд — законы, характеризующиеся разрывом функции идеальной скорости или ускорения в конце разбега или выбега ведомого звена. Второй ряд — законы, характеризующиеся отсутствием такого разрыва.

В первый ряд введем четыре закона движения, пронумеровав их в порядке уменьшения быстродействия.

Закон № 1 — закон импульса скорости. В случае его применения тахограмма движения и диаграмма технологических усилий, действующих на рабочее звено, имеют вид, показанный на рис. 1. Из формулы (2) можно определить величину наибольшего пика фактических ускорений для этого случая. Здесь

$$m = 0, \quad n = 1, \quad \Delta s_0^{(I)} = V, \quad \Delta s_0^{(II)} = \Delta s_0^{(III)} = \Delta s_0^{(IV)} = 0.$$

Примем

$$t_m = t_{Q1} + \frac{1}{4} \tau = \frac{s_1}{V} + \frac{1}{4} \tau,$$

где τ — период собственных колебаний кулачкового механизма.

Найдем величины скачков функций технологической нагрузки. В момент времени t_{Q1} в выражении (1) $s(t_{Q1}) = 0$. Поэтому

$$\Delta Q_1^{(n)} = q_{s0} \sum_{n=0}^1 q_{vn} V^n.$$

Продифференцировав выражение (1) по t и учтя, что

$$s(t_{Q1}) = 0, \quad v(t_{Q1}) = V, \quad \ddot{s}(t_{Q1}) = 0,$$

получим

$$\Delta Q_1^{(1)} = q_{s1} V \sum_{n=0}^1 q_{vn} V^n.$$

Подставляя полученные результаты в формулу (2), а также вводя некоторый коэффициент запаса ψ , учитывающий ударный характер инерционных усилий, найдем

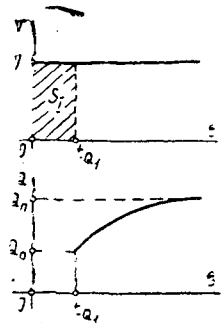


Рис. 1.

$$N_I = \psi \left[e^{-\xi t_m} + \frac{1}{c} e^{-\frac{1}{4} \xi \tau} \sqrt{\frac{q_{s0}^2 v^2}{V^2} + q_{s1}^2 \sum_{n=0}^1 q_{vn} V^n} \right], \quad (3)$$

здесь c — приведенная жесткость звеньев механизма.

Если величина $[N]$ лежит в пределах $\infty > [N] \geq N_I$, то для данного кулачкового механизма можно применить закон движения № 1.

Закон движения № 2 осуществляет разбег или выбег за промежуток времени $(0,25 \div 0,3) \tau$, исключая жесткий удар инерционных усилий в контакте высшей пары, характерный для закона № 1. В остальном динамический эффект обоих законов одинаков. Поэтому, полагая в выражении (3) $\psi = 1$, получим нижнюю границу применимости закона движения № 2

$$N_{II} = e^{-\xi t_m} + \frac{1}{c} e^{-\frac{1}{4} \xi \tau} \sqrt{\frac{q_{s0}^2 v^2}{V^2} + q_{s1}^4 \sum_{n=0}^1 q_{vn} V^n}. \quad (4)$$

Если для данного механизма величина $[N]$ находится в пределах $N_I > [N] \geq N_{II}$, то оптимальный по быстродействию — закон № 2.

Закон движения № 3 представляет собой закон постоянного ускорения с импульсами идеальных ускорений в начале и конце разбега или выбега. Тахограмма движения рабочего звена и диаграмма $Q(t)$ для этого случая даны на рис. 2.

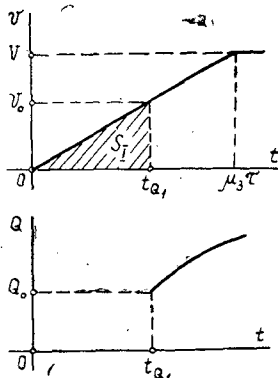


Рис. 2.

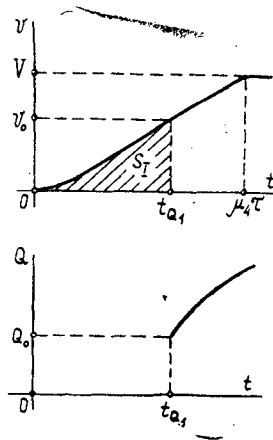


Рис. 3.

Если для разбега рабочего звена применен закон № 3, то

$$m = 0, \quad n = 1, \quad \ddot{s}(t_m) = W = \frac{V}{\mu_3 \tau}, \quad \Delta S_0^{(II)} = W.$$

Величины скачков технологической нагрузки в момент времени t_{Q1} таковы:

$$\Delta Q_1^{(0)} = q_{s0} \sum_{n=0}^1 q_{vn} v_0^n; \quad \Delta Q_1^{(II)} = q_{s1} v_0 \sum_{n=0}^1 q_{vn} v_0^n + q_{s0} q_{v1} W.$$

Примем также, что

$$t_m = t_{Q1} + \frac{1}{4} \tau = \frac{2s_1}{v_0} + \frac{1}{4} \tau.$$

С учетом этого по формуле (2) можно определить параметр, характерный для закона № 3,

$$N_3 = \frac{1 + e^{-\xi t_m}}{2\pi\mu_3} + \frac{1}{cV} e^{-\frac{1}{4}\xi\tau} \sqrt{v^2 q_{s0}^2 + q_{s1}^2 v_0^2} \cdot \sum_{n=0}^1 q_{vn} v_0^n. \quad (5)$$

При расчете параметров этого закона движения величину v_0 можно найти приближенно.

Итак, если $[N] = N_3$, то можно применить закон № 3. Учитывая это, из выражения (5) найдем

$$\mu_3 = \frac{1 + e^{-\xi t_m}}{2\pi \left\{ [N] - \frac{1}{cV} e^{-\frac{1}{4}\xi\tau} \sqrt{v^2 q_{s0}^2 + q_{s1}^2 v_0^2} \sum_{n=0}^1 q_{vn} v_0^n \right\}}. \quad (6)$$

Закон движения № 4 характеризуется диаграммой ускорений, представляющей собой комбинацию четверти волны синусоиды, описанной на промежутке времени τ , и постоянного ускорения.

На рис. 3 изображены тахограмма движения рабочего звена и диаграмма $Q(t)$ в случае применения закона № 4 для разбега. При этом

$$m = 1, \quad t_{s0} = 0, \quad t_{s1} = \tau,$$

$$\ddot{s}(t_m) = W = \frac{vV}{2\pi(\mu_4 - 0,3634)}, \quad \Delta s_0^{(II)} = \Delta s_1^{(II)} = 0,$$

$$\Delta s_0^{(III)} = \frac{v^2 V}{8\pi(\mu_4 - 0,3634)}, \quad \Delta s_1^{(IV)} = -\frac{v^3 V}{32\pi(\mu_4 - 0,3634)}.$$

Как и при применении закона движения № 3, здесь

$$n = 1, \quad \Delta Q_1^{(0)} = q_{s0} \sum_{n=0}^1 q_{vn} v_0^n, \quad \Delta Q_1^{(1)} = q_{s1} v_0 \sum_{n=0}^1 q_{vn} v_0^n + q_{s0} q_{v1} W.$$

Примем

$$t_m = t_{Q1} + \frac{1}{4}\tau \approx \frac{2s_1}{v_3} + \frac{1}{2}\tau.$$

Учтя это, по формуле (2) определим параметр, характерный для закона № 4,

$$N_4 = \frac{16 + e^{-\xi t_m} (1 + 4e^{-\xi\tau})}{32\pi(\mu_4 - 0,3634)} + \frac{1}{cV} e^{-\frac{1}{4}\xi\tau} \cdot \sqrt{v^2 q_{s0}^2 + q_{s1}^2 v_0^2} \sum_{n=0}^1 q_{vn} v_0^n. \quad (7)$$

Закон движения № 4 можно применить, если $[N] = N_4$. Принимая это во внимание, найдем

$$\mu_4 = 0,3634 + \frac{16 + e^{-\xi t_m} (1 + 4e^{-\xi\tau})}{32\pi \left\{ [N] - \frac{1}{cV} e^{-\frac{1}{4}\xi\tau} \sqrt{v^2 q_{s0}^2 + q_{s1}^2 v_0^2} \sum_{n=0}^1 q_{vn} v_0^n \right\}}. \quad (8)$$

Определим границу интервалов изменения величин N_3 и N_4 . Очевидно, для граничной величины N_{III} характерно то, что при $[N] = N_{III}$, в соответствии с законами № 3 и 4, продолжительность разбега (выбега) одинакова. Это означает, что $\mu_3 = \mu_4$.

Сравнивая выражения (6) и (8), найдем

$$N_{III} = \frac{16e^{-\frac{1}{4}\xi\tau} - e^{-\frac{1}{2}\xi\tau} (1 + 4e^{-\xi\tau})}{36,5344e^{\frac{2s_1}{v_0}}} + \frac{1}{cV} e^{-\frac{1}{4}\xi\tau} \sqrt{v^2 q_{sv}^2 + q_{s1}^2 v_0^2} \sum_{n=0}^1 q_{vn} v_0^n \quad (9)$$

Закон движения № 3 можно применить, если $N_{II} > [N] \geq N_{III}$. Когда $N_{III} > [N] > 0$, можно использовать закон № 4.

Второй ряд законов движения — законы № 3_к и 4_к.

Закон № 3_к характеризуется диаграммой идеальных ускорений, представляющей собой комбинацию участка постоянного ускорения и четверти волны синусоиды. При этом в начальный момент наблюдается скачок идеальных ускорений, в конечный момент — скачка нет. Очевидно, при прочих равных условиях в случае применения закона движения № 3_к динамический эффект аналогичен эффекту от применения закона № 3. Поэтому закон движения № 3_к можно использовать, если $\infty > [N] \geq N_{III}$.

Закон движения № 4_к — модификация закона № 4. Чтобы избежать конечного импульса ускорений, к последнему добавлен, как и в законе № 3_к, участок, на котором ускорение плавно уменьшается по величине в соответствии с синусоидальной зависимостью. Очевидно, применение такого закона движения целесообразно, если $N_{III} > [N] > 0$.

При полученных выражениях для граничных значений рекомендуемых законов движения, а также при выведенных расчетных зависимостях выбор и расчет параметров оптимальных по быстрдействию законов движения не составляет трудностей.

Указанный метод можно рекомендовать для синтеза законов движения рабочих звеньев кулачковых механизмов, осуществляющих подачу дереворежущего инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. С. Мовнин, Л. И. Янтовский. К вопросу выбора и расчета законов движения ведомых звеньев некоторых кулачковых механизмов. Тезисы докладов межвузовской научной конференции по методам расчета механизмов машин-автоматов. Львов, 1968. [2]. Л. И. Янтовский. Технологические нагрузки подающих механизмов дереворежущих станков-автоматов как функции законов движения их рабочих органов. Материалы научно-технической конференции ЛТА, Л., 1967. [3]. Л. И. Янтовский. Синтез оптимальных по быстрдействию законов движения для разбегов рабочего звена. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1968. [4]. Л. И. Янтовский. Динамика ведомого звена кулачкового механизма. Материалы к научно-технической конференции ЛТА, Л., 1969. [5]. М. С. Мовнин, Л. И. Янтовский. Zum Problem der Synthese der Kinematik von Vorschubkurvengetrieben in spanabhebenden Holzbearbeitungsautomaten. Z. «Holztechnologie», n. 1, Dresden, 1968.

Поступила 9 октября 1970 г.

УДК 674.05

О СКОЛЬЖЕНИИ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ НА ШКИВАХ

В. И. САНЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

В ленточнопильных станках нижний шкив ведущий, а верхний — ведомый. Движение от ведущего шкива к стальной ленточной пиле передается силами трения. Представляет интерес установить соотношение в скоростях движения шкивов и ленты при установившемся и

Силы сцепления по дугам ec и cb способствуют движению ленты, а по дугам ab и em тормозят это движение. Имея это в виду, рассмотрим равновесие ведущего шкива. При установившемся движении, когда $\omega = \text{const}$, сумма моментов сил, приложенных к шкиву относительно его оси вращения,

$$(M_{bc} + M_{ce}) - (M_{ab} + M_{em}) - M_c = 0. \quad (1)$$

Учитывая исходное положение о симметричности давления ленты в пределах дуги контакта на шкив, данное условие можно переписать в таком виде:

$$2(M_{bc} - M_{ab}) - M_c = 0. \quad (2)$$

Определим величину моментов, входящих в условие равновесия (2), предварительно выделив элементарную площадку касания шкива с лентой, на которую действует элементарное давление dN . Протяженность элементарной площадки по дуге $d\alpha$, а по ширине шкива — l (здесь через l обозначена ширина ленты). С учетом этого имеем

$$M_{bc} = \int_0^{\alpha_1} R f dN = \int_0^{\alpha_1} R f q R l d\alpha = R^2 l f \int_0^{\alpha_1} q d\alpha, \quad (3)$$

где f — коэффициент трения при скольжении ленты по поверхности ведущего шкива;

q — удельное давление ленты на шкив;

dN — элементарное давление ленты на шкив, равное $q R l d\alpha$.

Аналогично этому момент трения

$$M_{ab} = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} R f dN = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} R f q l R d\alpha = R^2 l f \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} q d\alpha. \quad (4)$$

Момент сопротивления движению ленты

$$M_c = P_k R + M_{пр}, \quad (4a)$$

где P_k — касательная сила резания при распиловке ленточной пилой;

R — радиус шкива;

$M_{пр}$ — приведенный к оси ведущего шкива момент сопротивления движению холостого (ведомого) шкива.

Для ленточнопильных блоков шкив — лента функция $q = q(\alpha)$, входящая в подынтегральные выражения (3) и (4), не известна. В первом приближении примем

$$q = q_m \cos \alpha,$$

где q_m — максимальное удельное давление ленты на шкив в точке c под центром вращения шкива.

С учетом принятого закона изменения удельного давления по дуге контакта, выражения моментов (3) и (4) можно представить в следующем виде:

$$M_{bc} = R^2 l f \int_0^{\alpha_1} q_m \cos \alpha d\alpha = R^2 l f q_m \sin \alpha_1; \quad (5)$$

$$M_{ab} = R^2 l f \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} q_m \cos \alpha d\alpha = R^2 l f q_m (\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1). \quad (6)$$

Введя обозначение

$$C = R^2 l f q_m, \quad (7)$$

уравнение моментов (2) перепишем так:

$$2C (2 \sin \alpha_1 - \sin \alpha_2) - M_c = 0. \quad (8)$$

Из схемы видно, что

$$\sin \alpha_2 = \sin 90^\circ = 1, \text{ а } R - R_{\text{пр}} = y.$$

Для определения $\sin \alpha_1$ воспользуемся следующим приемом:

$$\cos \alpha_1 = 1 - \frac{y}{R}; \quad \sin \alpha_1 = \sqrt{1 - \left(1 - \frac{y}{R}\right)^2}.$$

Пренебрегая членом $\left(\frac{y}{R}\right)^2$ в подкоренном выражении, получим

$$\sin \alpha_1 = \left(\frac{2y}{R}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Подставив значения величин $\sin \alpha_1$ и $\sin \alpha_2$ в выражение (8), найдем

$$4C \left(\frac{2y}{R}\right)^{\frac{1}{2}} = M_c - 2C.$$

Произведя преобразования и решив это уравнение относительно y , получим

$$y = \frac{R}{2} \left(\frac{M_c - 2C}{4C}\right)^{\frac{2}{3}}.$$

Так как $R_{\text{пр}} = R - y$, то имеем

$$R_{\text{пр}} = R - \frac{R}{2} \left(\frac{M_c - 2C}{4C}\right)^{\frac{2}{3}}$$

или

$$R_{\text{пр}} = R \left[1 - 0,5 \left(\frac{M_c - 2C}{4C}\right)^{\frac{2}{3}}\right].$$

После умножения левой и правой частей данного выражения на угловую скорость ω найдем

$$V_{\text{л}} = V_{\text{ш}} \left[1 - 0,5 \left(\frac{M_c - 2C}{4C}\right)^{\frac{2}{3}}\right]. \quad (9)$$

Для раскрытия содержания величины C составим уравнение равновесия шкива в форме проекции сил на вертикаль. Из условия равновесия имеем

$$Q = 2 \int_0^{\alpha_2} dN \cos \alpha = 2 \int_0^{\alpha_2} q R l d\alpha \cos \alpha = R l q_m \left(\alpha_2 + \frac{1}{2} \sin \alpha_2\right). \quad (10)$$

Подставляя величину q_m из выражения (7) в равенство (10) и произведя преобразования, получим

$$Q = \frac{C}{R f} (\alpha_2 + 0,5 \sin 2\alpha_2).$$

Отсюда

$$C = \frac{QRf}{\alpha_2 + 0,5 \sin 2\alpha_2}.$$

Если учесть, что $\alpha_2 = \frac{\pi}{2}$, а выражение $0,5 \sin 2\alpha_2 = 0$, то

$$C = \frac{2QRf}{\pi}. \quad (11)$$

Подставив данное значение C в выражение для скорости ленты (9), получим

$$V_n = V_{ш} \left[1 - 0,5 \left(\frac{M_c - \frac{4}{\pi} QRf}{\frac{8}{\pi} QRf} \right)^2 \right]. \quad (12)$$

После преобразования имеем

$$V_n = V_{ш} \left[1 - 0,5 \left(\frac{M_c}{2,5QRf} - \frac{1}{2} \right)^2 \right]. \quad (13)$$

Отсюда видно, что действительная скорость движения ленточной пилы зависит от момента сил сопротивления, силы натяжения ленточной пилы, радиуса приводного шкива и коэффициента трения при скольжении ленты по шкиву.

Коэффициент технологического скольжения ленточной пилы по шкиву

$$K_T = 1 - \frac{V_n}{V_{ш}}. \quad (14)$$

С учетом формулы (13)

$$K_T = 0,5 \left(\frac{M_c}{2,5QRf} - \frac{1}{2} \right)^2. \quad (15)$$

Из выражения (15) следует, что скольжение ленточной пилы имеет место, когда полезное сопротивление резанию при распиловке равно нулю. Это скольжение определено как кинематическое скольжение ленты. Если учесть момент сопротивления по формуле (4а), то коэффициент кинематического скольжения

$$K_k = 0,5 \left(\frac{M_{np}}{2,5QRf} - \frac{1}{2} \right)^2. \quad (16)$$

При $M_c = 20$ кгм; $Q = 400$ кг; $R = 0,5$ м; $f = 0,2$ по формуле (15) находим $K_T = 0,045$, то есть при данных условных величинах технологическое скольжение ленточной пилы составляет 4,5%. В период работы станка угловая скорость ведущего шкива не остается постоянной. Это характерно для периода пуска и останова станка, для периода запуска материала, для случая, когда лента переходит с одной высоты распила на другую. В такие моменты в системе действуют силы инерции.

Принимая во внимание динамические нагрузки, которые трудно поддаются учету во времени и которые имеют место при запуске материала в станок и при его выходе со станка (когда материал подается или с промежутками, или различной высоты по пропилу), коэффициент суммарного скольжения ленточных пил K_c определяем через коэффициент технологического скольжения K_T и коэффициент динамичности m (последний находим опытным путем) по формуле

$$K_c = mK_T.$$

Верхний шкив ленточнопильного станка имеет вспомогательное значение: он обеспечивает заданный закон движения ленты в пространстве, удерживает ее на шкивах в период действия сдвигающих сил и поддерживает нужное натяжение при распиловке, то есть при выполнении станком его основной функции. Верхний шкив, в отличие от нижнего, оказывает на ленту тормозное действие, так как при своем движении лента преодолевает инерцию шкива (в момент пуска станка) и сопротивление, возникающее в его опорах.

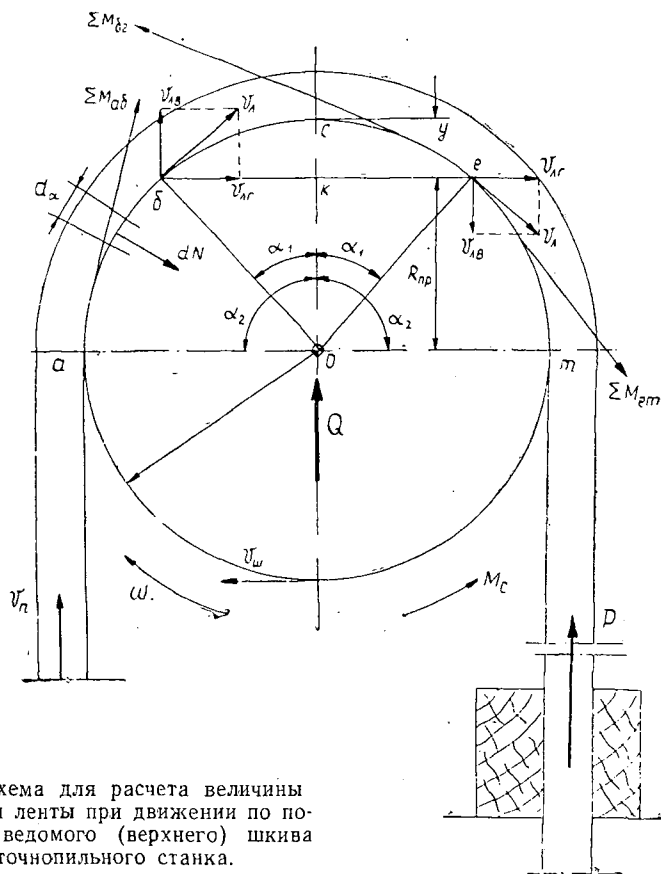


Рис. 2. Схема для расчета величины опережения ленты при движении по поверхности ведомого (верхнего) шкива ленточнопильного станка.

Рассмотрим равновесие верхнего шкива в соответствии со схемой рис. 2. (Обозначения величин и их значения аналогичны ранее приведенным.) В данном случае уравнение моментов сил относительно оси вращения шкива имеет вид

$$(M_{ab} + M_{em}) - M_{be} - M_c = 0. \tag{17}$$

Если исходить из симметричности сил относительно вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения верхнего шкива, то получим

$$2(M_{ab} - M_{bc}) - M_c = 0, \tag{18}$$

где M_{ab} — момент сил трения относительно оси вращения шкива на дуге контакта ленты $a - b$;

M_{bc} — момент сил трения относительно оси вращения шкива на дуге контакта ленты $b-c$;

M_c — момент сил сопротивления движению ленты относительно оси вращения шкива.

При составлении уравнения моментов (18) принято, что

$$M_{ab} = M_{em}; \quad M_{bc} = M_{ce}.$$

Определим величины моментов в уравнении (18)

$$M_{ab} = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} R f dN = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} R f q R l d\alpha = R^2 l f \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} q d\alpha; \quad (19)$$

аналогично имеем

$$M_{bc} = \int_0^{\alpha_1} R f dN = \int_0^{\alpha_1} R f q R l d\alpha = R^2 l f \int_0^{\alpha_1} q d\alpha. \quad (20)$$

Как и ранее, примем, что удельное давление по дугам контакта ленты со шкивом изменяется по закону

$$q = q_m \cos \alpha. \quad (21)$$

С учетом этого уравнение моментов (18) примет вид

$$2 \left[-R^2 l q_m \sin \alpha_1 + R^2 l f q_m (\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1) \right] - M_c = 0.$$

Обозначив

$$C = R^2 l f q_m,$$

получим

$$2C (\sin \alpha_2 - 2 \sin \alpha_1) - M_c = 0. \quad (22)$$

Согласно схеме имеем

$$\begin{aligned} \sin \alpha_2 &= \sin 90^\circ = 1; \\ R - R_{np} &= y; \\ \sin \alpha_1 &\approx \left(\frac{2y}{R} \right)^{\frac{1}{2}}. \end{aligned} \quad (23)$$

Подставив значения этих величин в уравнение (22), найдем

$$2C - M_c = 4C \left(\frac{2y}{R} \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Решив это выражение относительно y , получим

$$y = \frac{R}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{M_c}{4C} \right)^2. \quad (24)$$

Если учесть соотношения (23), то имеем

$$R_{np} = R - y = R - \frac{R}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{M_c}{4C} \right)^2. \quad (25)$$

Умножив левую и правую части данного равенства на угловую скорость вращения шкива, найдем

$$V_{ш} = V_{л} \left[1 - 0,5 \left(0,5 - \frac{M_c}{4C} \right)^2 \right].$$

Подставив сюда значение

$$C = \frac{2}{\pi} QRf,$$

окончательно получим

$$V_{ш} = V_{л} \left[1 - 0,5 \left(0,5 - \frac{M_c}{2,5 \cdot QRf} \right)^2 \right]. \quad (26)$$

Обозначив коэффициент опережения движения ленты на шкиве через

$$K_{то} = 1 - \frac{V_{ш}}{V_{л}}$$

и учитывая значение скорости по формуле (26), найдем

$$K_{то} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{M_c}{2,5QRf} \right)^2, \quad (27)$$

где $K_{то}$ — коэффициент опережения при движении ленты по верхнему шкиву, показывающий, на сколько скорость ленты больше окружной скорости верхнего шкива;

M_c — сопротивление, которое верхний шкив оказывает движению ленты; этим моментом учитываются силы сопротивления на опоре шкива, силы сопротивления воздуха при движении и т. д.;

Q — сила натяжения ленточной пилы;

R — наружный радиус верхнего шкива;

f — коэффициент трения при скольжении ленты по верхнему шкиву.

При $M_c = 10 \text{ кгм}$; $Q = 400 \text{ кг}$; $R = 0,5 \text{ м}$; $f = 0,2$ по формуле (27) находим $K_{то} = 0,08$, то есть опережение (превышение скорости ленты над окружной скоростью движения шкива) составляет 8%. В период пуска станка опережение может быть больше, чем при установившемся движении, а при резких торможениях ленты оно может уменьшаться вследствие того, что в эти моменты проявляется действие силы инерции шкива.

Поступила 10 ноября 1970 г.

УДК 634.0.812

ВЛИЯНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРОЦЕССЫ НАГРЕВАНИЯ

Н. В. ВАЩЕВ, В. И. ОНЕГИН

Ленинградская лесотехническая академия

Установить влияние объемного веса уплотненной древесины между плитами пресса на процесс нагревания древесины необходимо, чтобы определить сроки нагревания при различных степенях уплотнения и температурах плит пресса, а также найти вполне надежные и обоснованные режимы уплотнения.

В наших исследованиях мы ставили целью установить зависимость температуры в центре и в различных точках по сечению образцов от температуры плит пресса, продолжительности нагревания и степени

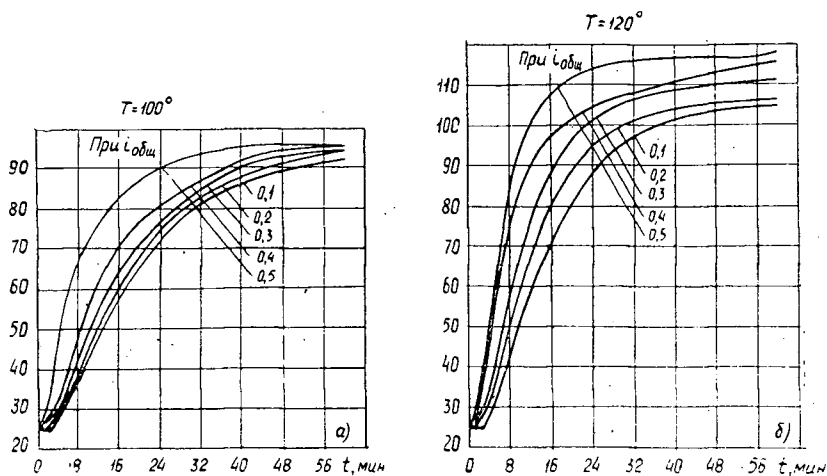


Рис. 1.

уплотнения (объемного веса уплотненной древесины) *. В настоящей статье освещаются результаты испытаний по нагреванию древесины.

Для замера температур по сечению образцов применяли термопары; их приключали непосредственно к измерительному прибору. Термопары изготовляли в условиях лаборатории из изолированной медной проволоки толщиной 0,15 мм и константановой толщиной 0,15 мм с пайкой в соляном растворе. Длина термопар 1 м.

Исследования проводили на прессе с электрообогревом плит, снабженных терморегуляторами для поддержания соответствующей температуры. Контрольные замеры температуры плит осуществлялись термометрами.

В качестве образцов для испытаний брали бруски 230×60×40 мм радиальной распиловки из древесины осины. Средняя влажность древесины образцов $W=10\%$, объемный вес при этой влажности $\gamma = 0,43 \text{ г/см}^3$.

В брусках (образцах) на горизонтально-сверлильном станке сверлом диаметром 3 мм высверливали гнезда с равными интервалами 5 мм по толщине бруска на глубину 100 мм от торца, в гнезда вставляли рабочие концы термопар и забивали деревянными пробками на такую глубину, чтобы конец пробки доходил до спая термопары.

Степень прессования $i_{\text{общ}}$ регулировалась закладными прокладками. Для уменьшения влияния бокового нагрева и охлаждения испытываемые образцы подпирали брусками, вместе с которыми образцы сжимались в плоскости, перпендикулярной плоскости уплотнения, тем самым испытываемый образец удерживался от бокового распора при уплотнении.

Испытания по нагреванию уплотненной древесины проводили при следующих режимах: степени уплотнения по отношению к начальному размеру образца 0,1—0,5 через одну десятую; температура плит пресса — 100, 120, 140, 160°C; общая продолжительность нагревания образцов 60 мин с замерами температуры нагрева через каждые 1—2 мин.

После каждого опыта образцы раскалывали, определяли действительное положение спая термопары относительно поверхности образца.

В процессе исследований образцы из древесины осины уплотняли между горячими плитами пресса до различных степеней уплотнения. При каждой степени уплотнения и при разных температурах плит пресса определяли изменение температуры древесины в различных зонах по толщине в зависимости от продолжительности нагревания. За одинаковые периоды нагревания древесины наиболее высокая температура наблюдалась в периферийной части образцов (на расстоянии 5 мм от поверхности), самая низкая — в центральной части (в 20 мм от поверхности образца до прессования).

На рис. 1 показано изменение температуры в центре образцов в зависимости от продолжительности нагревания при различных температурах плит пресса и степенях уплотнения. Из этого рисунка видно, что

* В исследованиях принимал участие под руководством авторов инж. Е. Миллер.

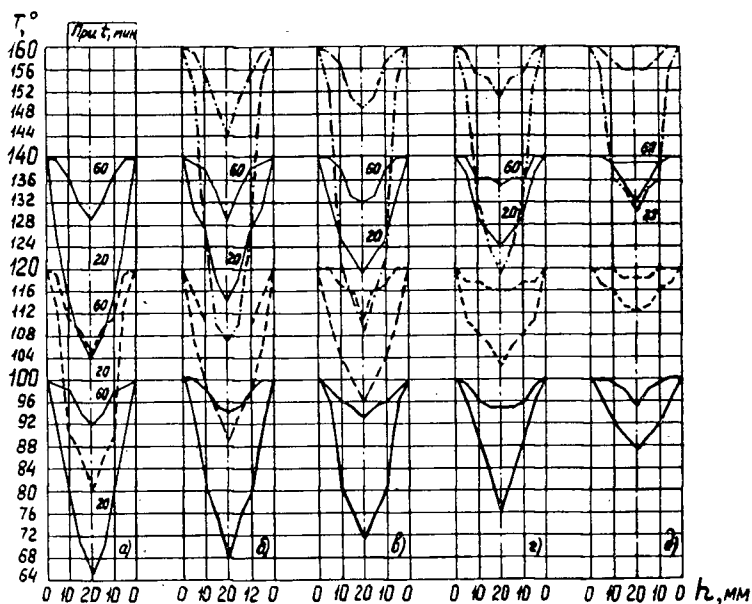


Рис. 2.

при всех принятых к исследованию температурах плит пресса независимо от продолжительности нагревания древесины температура древесины образцов растет с увеличением степени уплотнения. Указанное различие в росте температур нагрева древесины при различных степенях уплотнения в случае длительного нагревания сокращается. Это можно наблюдать на графиках рис. 1 в конечном периоде нагревания (в течение 60 мин).

На рис. 2 приведено изменение температуры в различных зонах образцов толщиной 40 мм до уплотнения в зависимости от температуры плит пресса (100; 120; 140; 160°) при нагревании в течение 20 и 60 мин и степенях уплотнения $i_{\text{общ}} = 0,1$ (а); 0,2 (б); 0,3 (в); 0,4 (г); 0,5 (д). Независимо от продолжительности нагревания температура древесины повышается от центра к периферии. В поверхностных слоях на расстоянии 5 мм от поверхности (пласти) бруска до уплотнения при нагревании в течение 60 мин температура древесины приближается к температуре плит пресса. В центральной части бруска температура значительно ниже температуры нагреваемых плит. Определенное влияние оказывает объемный вес (степень уплотнения) во время нагревания.

Говоря об объемном весе уплотненной древесины, мы почти равнозначно рассматриваем степень уплотнения. Это вызвано тем, что нагревание древесины исследуют при одноосном уплотнении, когда размеры образцов по длине и ширине практически не изменяются, если не считать незначительных деформаций древесины в направлении, перпендикулярном направлению уплотнения. Так как в период уплотнения и нагревания испытываемые образцы находятся в зажатом состоянии (в прессформе), то боковой распор их происходит только в результате вдавливания в подпирающие бруски. Эти деформации незначительны и примерно одинаково отразятся при различных степенях уплотнения, так как боковые деформации древесины пропорциональны деформа-

циям уплотнения (при одноосном уплотнении). Зная начальный объемный вес древесины, можно определить с некоторыми допущениями объемные веса при различных степенях уплотнения без учета изменения влажности древесины в процессе ее нагревания между плитами прессы.

Как отмечалось выше, при одноосном прессовании степень уплотнения удобно определять по отношению к начальной толщине образца

$$i_{\text{общ}} = \frac{h_0 - h_1}{h_0},$$

где h_0 — толщина образца до уплотнения;

h_1 — толщина образца в прессе в момент достижения заданного общего уплотнения.

Учитывая, что после достижения заданного общего уплотнения вес образцов не изменяется (уплотнение непрерывное за короткий промежуток времени), имеем

$$V_0 = \frac{G}{\gamma_0}; \quad V_1 = \frac{G}{\gamma_1}.$$

Степень уплотнения определяем по формуле

$$i_{\text{общ}} = \frac{V_0 - V_1}{V_0} = \frac{\frac{G}{\gamma_0} - \frac{G}{\gamma_1}}{\frac{G}{\gamma_0}} = \frac{\gamma_1 - \gamma_0}{\gamma_1},$$

здесь V_0 и V_1 — соответственно начальный и конечный объемы;

γ_0 и γ_1 — соответственно начальный и конечный объемные веса.

При начальной влажности древесины $W = 10\%$ и объемном весе $\gamma_0 = 0,43 \text{ г/см}^3$ для различных степеней уплотнения объемный вес уплотненной древесины находим из выражения

$$\gamma_1 = \frac{\gamma_0}{(1 - i_{\text{общ}})}.$$

При степени уплотнения $i_{\text{общ}} = 0$ объемный вес $0,43 \text{ г/см}^3$; при $i_{\text{общ}} = 0,1$ объемный вес $0,478$; при $0,2$ — $0,538$; при $0,3$ — $0,614$; при $0,4$ — $0,717$; при $0,5$ — $0,860 \text{ г/см}^3$.

Получив ряд опытных данных о зависимости между температурой нагрева древесины и объемным весом (степенью уплотнения) при различной температуре плит прессы (нагревательного органа), подбираем алгебраическое выражение, с помощью которого в пределах опыта с достаточной точностью можно определить соотношение между этими значениями,

$$T_{\tau=60} = 90,665 + 10,450i_{\text{общ}}. \quad (1)$$

Формула (1) позволяет вычислить температуру нагрева в центре образцов (толщиной 40 мм до уплотнения) в зависимости от степени уплотнения при температуре нагревательного органа 100° в течение 60 мин . За основу принят метод наименьших квадратов, и с его помощью выведены и другие уравнения, которые приведены в табл. 1.

На основании уравнений построены графики (рис. 3), характеризующие изменение температуры в центре образцов в зависимости от объемного веса при температуре плит прессы $100; 120; 140; 160^\circ\text{C}$.

Полученные экспериментальные данные, а также выведенные уравнения и графики дают возможность устанавливать продолжительность нагревания древесины осины до любой желаемой температуры в зависимости от изменения ее объемного веса при соответствующих температурах нагрева плит прессы.

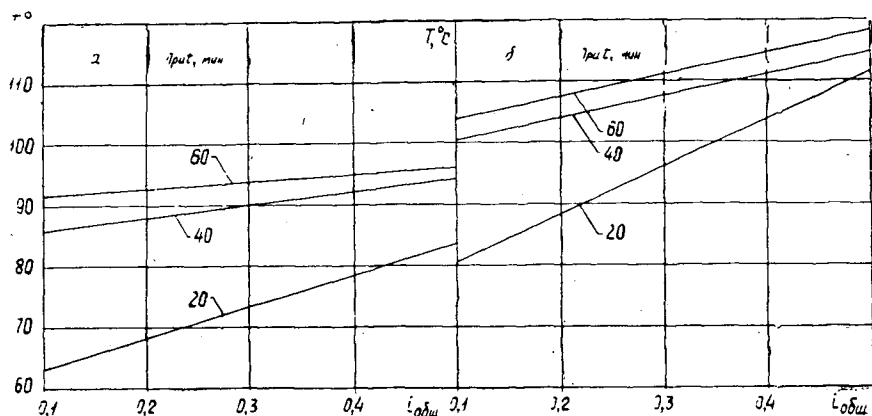


Рис. 3.

Таблица 1

Температура плит пресса t , °C	Продолжительность нагревания образцов τ , мин	Зависимость температуры нагрева в центре образцов от степени уплотнения
100	20	$T_{\tau=20} = 57,860 + 51,790i_{\text{общ}}$
	40	$T_{\tau=40} = 83,730 + 20,900i_{\text{общ}}$
	60	$T_{\tau=60} = 90,665 + 10,450i_{\text{общ}}$
120	20	$T_{\tau=20} = 72,720 + 77,600i_{\text{общ}}$
	40	$T_{\tau=40} = 97,050 + 35,820i_{\text{общ}}$
	60	$T_{\tau=60} = 100,457 + 35,820i_{\text{общ}}$
140	20	$T_{\tau=20} = 097,920 + 67,610i_{\text{общ}}$
	40	$T_{\tau=40} = 116,600 + 44,700i_{\text{общ}}$
	60	$T_{\tau=60} = 125,520 + 24,920i_{\text{общ}}$
160	20	$T_{\tau=20} = 84,970 + 87,220i_{\text{общ}}$
	40	$T_{\tau=40} = 114,250 + 75,0i_{\text{общ}}$
	60	$T_{\tau=60} = 136,780 + 37,780i_{\text{общ}}$

Данные исследования имеют практическое значение в производстве уплотненной древесины с нагреванием ее между плитами пресса.

Поступила 2 ноября 1970 г.

УДК 674.053

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОЛОТНАХ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

В. И. ВЕСЕЛКОВ

Архангельский лесотехнический институт

Одно из основных требований, предъявляемых к пилам, — достаточная их устойчивость при эксплуатации, зависящая наряду с основными факторами от величины и характера распределения остаточных

напряжений, возникающих в пильных полотнах при изготовлении и подготовке их к работе [1], [3], [4], [5], [6]. Активное воздействие на напряженное состояние пильных полотен, возможность управления механизмом формирования остаточных напряжений с целью создания оптимального варианта распределения их для конкретного полотна — важная задача исследований.

Нами изучено напряженное состояние делительных ленточных пил (исходное перед вальцеванием), обусловленное определенным этапом технологического процесса их изготовления (до и после насекания зубьев) в условиях Горьковского металлургического завода. Исследования выполнены методом освобождения [2], предполагающим выделение (вырезание) из тела отдельного элемента и выявление происходящих при этом изменений формы и размеров данного элемента*.

Объектом исследования служили полотна стали 9ХФ, прошедшие все стадии технологического процесса изготовления делительных ленточных пил, кроме операций насекания зубьев и вальцевания, и имеющие следующие параметры: $L \times B \times b = 1200 \times 175 (100) \times 1$ мм.

Деформацию выделяемого элемента полотна определяли тензометрическим методом с применением проволочных тензодатчиков с базой 15 мм, сопротивлением ~ 135 ом. Схема размещения тензодатчиков (рис. 1) позволила при наименьшем их количестве получить надежные и сопоставимые результаты распределения остаточных напряжений по ширине пильных полотен.

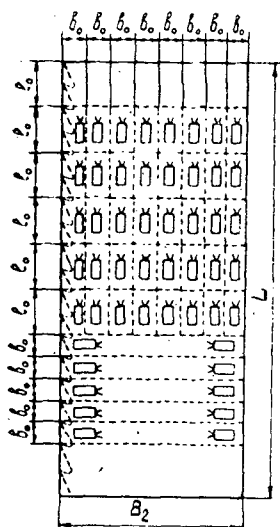


Рис. 1.

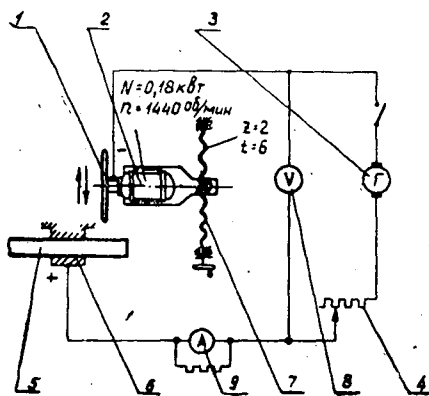


Рис. 2.

Образцы 100×21 мм освобождали (вырезали) на экспериментальной установке анодно-механического резания, спроектированной и изготовленной на кафедре «Станки и инструмент» АЛТИ**. Принципиальная схема установки представлена на рис. 2. Последняя предназначена для разрезания металлов и сплавов независимо от их твердости; компоновка установки горизонтальная.

Функцию режущего инструмента выполняет стальной диск 1 (катод) диаметром 200 мм и толщиной 1 мм, электрически изолированный от электродвигателя 2, который приводит его во вращение, и подключенный к отрицательному полюсу источника по-

* Предполагается, что когда элемент находится «внутри тела», то напряжения в нем (остаточные) создаются в результате давления по его граням других элементов тела.

** В данной работе, не затрагивая общеизвестных принципов процесса анодно-механического резания, приводим основные параметры и конструктивные особенности созданной установки.

стоянного тока I при помощи щеточного устройства. Источником питания электрической цепи служит селеновый выпрямитель типа ВСА-6 М. Требуемая сила рабочего тока устанавливается с помощью реостата 4 в зависимости от толщины разрезаемого пыльного полотна 5, поддерживается постоянной давлением режущего диска на полотно и контролируется по амперметру 9, встроенному в панель выпрямителя.

Разрезаемое полотно 5 служит анодом и закрепляется неподвижно в специальных опорных кронштейнах 6, пластмассовые колодки которых изолируют полотно от массы станины. В качестве электролита использовали водный раствор силиката натрия, приготовленный на основе кремнекислых соединений типа $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ и имеющий плотность, контролируемую ареометром, $\sim 1,3 \text{ г/см}^3$.

Стабильность процесса анодно-механического резания обеспечивается перемещением вручную режущего диска 1 на полотно 5 при помощи винтовой передачи 7.

Оптимальные режимы процесса резания на данной установке, исключающие внесение дополнительных остаточных напряжений от операции разрезания, — рабочее напряжение 20—21 в и сила тока 4 а при окружной скорости режущего диска 15 м/сек и скорости поперечного перемещения диска около 16 мм/мин. При этих условиях сьем металла осуществляется благодаря сочетанию электрохимического действия постоянного тока и механического воздействия режущего инструмента (катода).

Для обеспечения надежной влагозащиты тензодатчики, наклеенные на пыльные полотна, покрывали слоем клея БФ-2, кислотостойким лаком № 959 (раствор нитроцеллюлозы в ацетоне), полихлорвиниловой изоляционной лентой с помощью клея БФ-2, лаком № 959 (вторично) и разогретой мастикой, составленной из воска (40%), канифоли (30%), авиационного солидола (20%) и машинного масла (10%). Контроль сопротивления изоляции тензодатчиков осуществляли в течение всего эксперимента при помощи мегомметра типа М 1101.

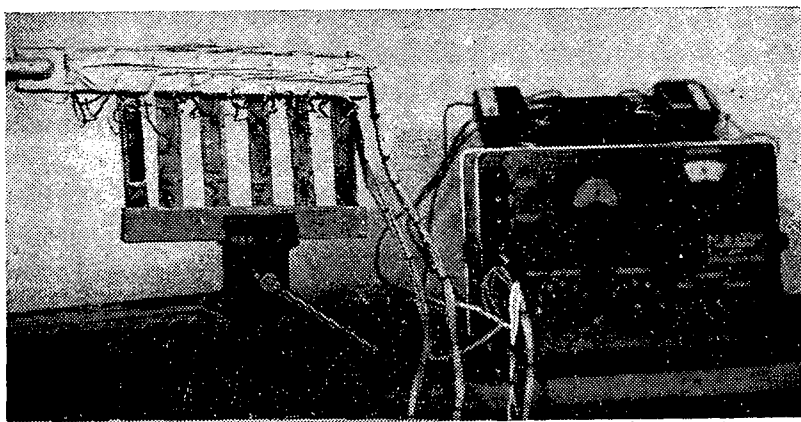


Рис. 3. Узел регистрации показаний тензодатчиков на образцах пыльных полотен.

Показания тензодатчиков регистрировали с помощью измерителя статических деформаций типа ИД-62М при попарном (последовательном) подключении в одно плечо измерительного моста двух одноименных тензодатчиков, наклеенных на обе поверхности полотен для исключения влияния изгибных деформаций во время измерений. Вторым плечом измерительного моста являлись два последовательно соединенных компенсационных тензодатчика, приклеенных на отрезок пыльного полотна из стали 9 ХФ и защищенных по технологии, принятой для рабочих (активных) тензодатчиков. Показания их регистрировались до разрезки в исходном состоянии и после разрезки на образцы (рис. 3).

Проведено две серии опытов. В первой исследовали остаточные напряжения, обусловленные технологией изготовления пыльных полотен до операции насаживания зубьев. Во второй серии изучали напряженное состояние полотен, поступающих на операцию вальцевания (после насаживания зубьев). При этом во второй серии опытов использовали пыльные полотна, имеющие исходное напряженное состояние, аналогичное для полотен первой серии, так как отрезали их от одной ленты шириной соответственно 175 и 100 мм. Операцию насаживания зубьев выполняли на пилштампе типа «Болиндер» с использованием специально разработанной оснастки (пуансонов и матриц) для I и II профилей зубьев по ГОСТу 6532—53.

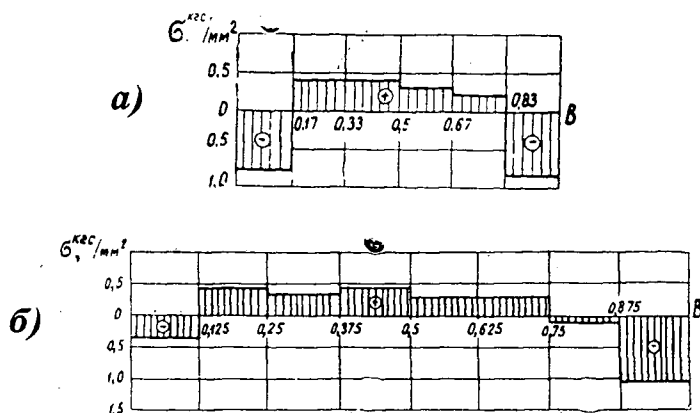


Рис. 4.

а — при $B = 100$ мм; б — при $B = 175$ мм.

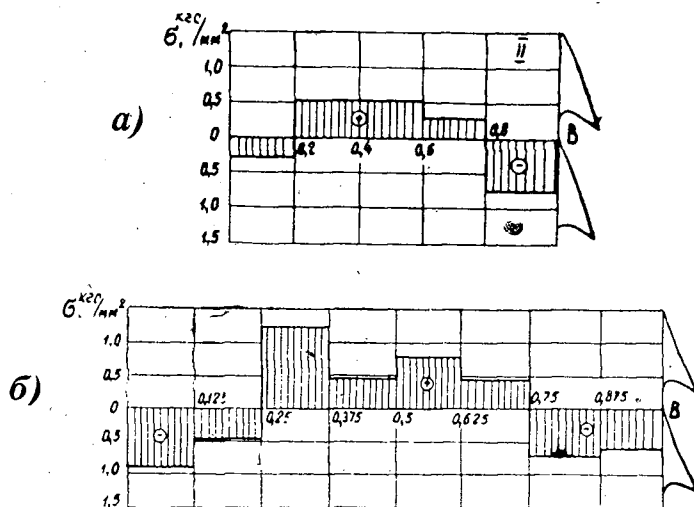


Рис. 5.

а — при $B = 100$ мм; б — $B = 175$ мм.

На рис. 4 и 5 представлено распределение технологических остаточных напряжений по ширине пильных полотен, рассчитанных по средним арифметическим значениям пяти показаний деформации тензодатчиков (для одноименных тензодатчиков на пяти участках по длине длинных полотен); при этом на рис. 4 — данные до операции насаживания зубьев, на рис. 5 — после операции насаживания зубьев.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

1. Напряженное состояние пильных полотен, обусловленное технологическим процессом их изготовления до операции насаживания зубьев, характеризуется наличием остаточных напряжений, неравномерно распределенных по ширине полотна. При этом характерно наличие остаточных напряжений сжатия на краях и напряжений растяжения в центральной зоне полотен. Проверка сходимости результатов исследо-

ваний ($\sigma_{сж} \cdot F_{сж} = \sigma_{раст} F_{раст}$) позволяет установить расхождение на 19 и 17% для полотен шириной соответственно 175 и 100 мм.

2. Характер распределения по ширине полотен технологических остаточных напряжений, обусловленных технологическим процессом их изготовления до операции вальцевания (после насекания зубьев), аналогичен характеру распределения напряжений в пильных полотнах, зафиксированному на этапе до насекания зубьев. Однако зона влияния остаточных напряжений сжатия значительно расширилась у зубчатой кромки полотна. С учетом концентрации напряжений во впадине зубьев остаточные напряжения сжатия превышают 1 кгс/мм². (Количественно эффект концентрации напряжений не представилось возможным установить, так как приближение тензодатчиков к впадинам зубьев исключает их сохранность при проведении операции насекания зубьев.)

3. Назначение режимов вальцевания делительных ленточных пил должно осуществляться с учетом напряженного состояния пильных полотен, обусловленного технологическим процессом их изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. Байковский. Распределение напряжений в вальцованных полотнах рамных пил. «Holztechnologie», № 4, 1967. [2]. И. А. Биргер. Остаточные напряжения, Машгиз, 1963. [3]. Е. Вюстер. Определение напряжений от вальцевания в рамных и ленточных пилах. «Holz als Roh und Werkstoff» № 4, 1966. [4]. Р. В. Дерягин. Исследование условий создания нормированных начальных напряжений в полотнах рамных пил. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Л., 1969. [5]. Е. Д. Добрынин. Деформации и напряжения, возникающие в ленточной пиле при движении. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1962. [6]. Ю. И. Юрьев. О вальцовке рамных пил. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1969.

Поступила 12 мая 1970 г.

УДК 674.815-41

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ ЧАСТИЦ НА ПРОЧНОСТЬ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ ВДОЛЬ ПЛОСКОСТИ

В. В. ГАМОВ

Брянский технологический институт

В выведенные нами формулы (1) и (2) для определения прочности древесностружечных плит при растяжении вдоль плоскости не входит величина b (ширина древесных частиц):

$$\sigma_{пл}^{\parallel} = 0,095 \left(\frac{i}{s} - \frac{1}{H} \right) \sigma_{ск} l; \quad (1)$$

$$\sigma_{пл}^{\parallel} = 0,54 \left(1 - \frac{s}{H_i} \right) \sigma_{др}^{\parallel *}. \quad (2)$$

Однако эти формулы учитывают влияние ширины частиц на прочность плит, так как величина $\sigma_{ск}$, от которой зависит прочность.

* В. В. Г а м о в. Экспериментально-теоретические исследования зависимости прочности древесностружечных плит от их толщины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1969.

плит, устанавливается с учетом длины контакта частиц l_k ($l_k = 0,176 l$) и их ширины.

С целью установления зависимости $\sigma_{ск}$ и $\sigma_{пл}^{\parallel}$ от величины b нами проведены специальные эксперименты. Плиты прессовали из сосновых частиц одинаковой длины 20 мм и толщины 0,3 мм при следующих значениях ширины: 20; 15; 10; 5; 1 мм. Кроме того, образцы изготовляли по схемам рис. 1. Осмоление контрольных частиц для образцов производили двумя методами — в смесителе вместе со стружечной массой и путем непосредственного нанесения клея с помощью пистолета. Количество клея на частицах учитывали по специальной методике. Размер контрольных частиц 40·b·s мм; их ширина и толщина соответствовали ширине и толщине частиц, из которых изготовляли плиты.

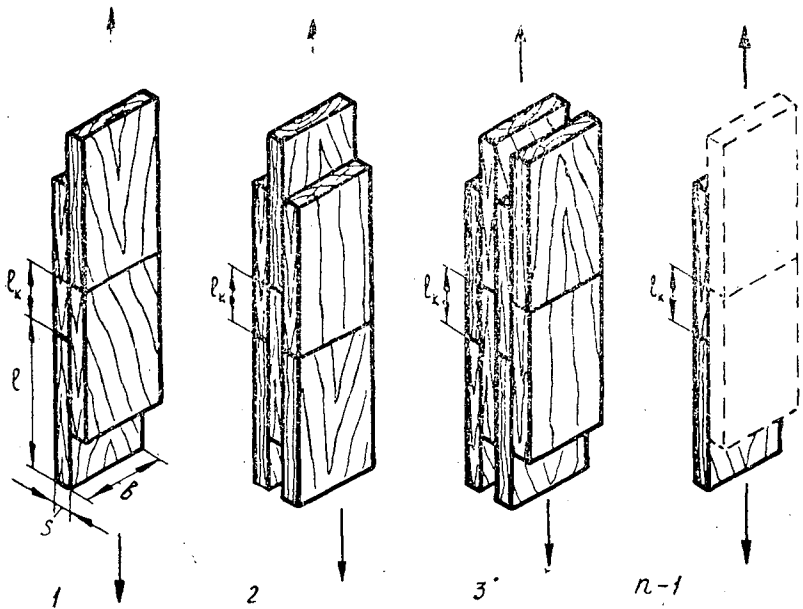


Рис. 1. Структурные модели для определения зависимости прочности склеивания частиц от их количества в разрывном сечении при различной ширине частиц.

На рис. 2 дана зависимость прочности склеивания частиц на скалывание от их количества в разрывном сечении образца при различной ширине частиц. Этот график построен на основе испытаний образцов, изготовленных в соответствии со схемами 1—5 рис. 1 (схемы 4 и 5 на этом рисунке не показаны). В разрывных сечениях образцов было соответственно 2, 3, 4, 5 и 6 частиц. На контрольные частицы для образцов кривой 1 (рис. 2) клей наносили непосредственно из пистолета. Постоянство значений $\sigma_{ск}$ для образцов кривой 1 свидетельствует о равномерной толщине клеевой пленки. У всех образцов количество поверхностей контакта (поверхности торцов не учитывались) изменялось от 1 до 5. На контрольные частицы для образцов кривых 2, 3, 4, 5, 6 клей наносили в смесителе вместе со стружечной массой — частицами соответствующей ширины и толщины. При проклеивании всех частиц (рис. 2) отношение η веса воздуха g_v к весу клея g_k равно 1,6. Для образцов из частиц шириной 1 и 5 мм (кривые 2 и 3) значения $\sigma_{ск}$ практически не изменяются с увеличением количества частиц в сечениях образцов, что указывает на относительно равномерное проклеивание этих частиц.

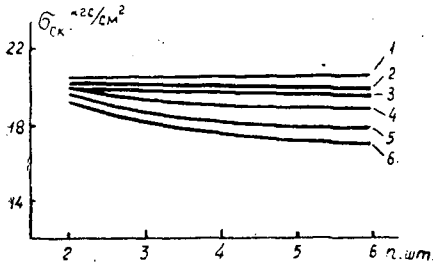


Рис. 2.

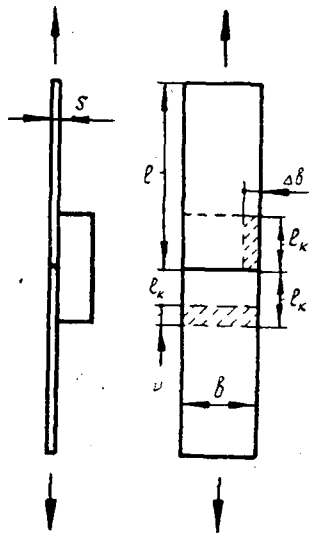


Рис. 3.

Заметное уменьшение $\sigma_{ск}$ наблюдается у частиц шириной 10, 15 и 20 мм. Из рис. 2 видно, что величина $\sigma_{ск}$ снижается в результате увеличения ширины частиц и количества частиц в сечении образца при неравномерном проклеивании. Такую зависимость можно объяснить следующим образом. Обратимся к модели 1 рис. 1. Заметим, что значение $\sigma_{ск}$ определяли не по самой модели 1, а по ее аналогу, представленному на рис. 3. Эта замена имела цель устранить изгибающий момент. Рассмотрим образец (рис. 3) с неравномерно проклеенной поверхностью контакта. Предположим, что на участке площадью $\Delta b \cdot l_k$, составляющем часть площади поверхности контакта $b \cdot l_k$, проклеивание лучше, чем на остальной части поверхности, равной $l_k \cdot (b - \Delta b)$. В этом случае эффективная поверхность контакта (поверхность склеивания) меньше фактической (поверхности прилегания частиц). При этом $P_1 > P_2$, а $\sigma_{ск_1} > \sigma_{ск_2}$, так как

$$\sigma_{ск_1} = \frac{P_1}{b l_k}; \quad \sigma_{ск_2} = \frac{P_2}{b l_k},$$

где $\sigma_{ск_1}$ и P_1 — соответственно предел прочности склеивания частиц на скальвание и разрывное усилие при равномерном проклеивании;

$\sigma_{ск_2}$ и P_2 — эти же величины при неравномерном проклеивании.

В случае наилучшего проклеивания частиц только лишь на участке $b \cdot l_k$ значение $\sigma_{ск}$ также ниже, чем при равномерном проклеивании всей поверхности контакта площадью $b \cdot l_k$. Причину уменьшения $\sigma_{ск}$ при неравномерном проклеивании частиц в зависимости от их увеличения в сечении модели можно выяснить, рассматривая модели рис. 1. При хорошем проклеивании одной из двух поверхностей контакта площадью $b \cdot l_k$ (модель 2, рис. 1) и плохом проклеивании другой поверхности эффективно работает на скальвание та поверхность, которая лучше проклеена. Например, при работе одной поверхности контакта для этой модели разрывное усилие почти в 2 раза меньше, чем при работе двух поверхностей. Таким же образом можно объяснить

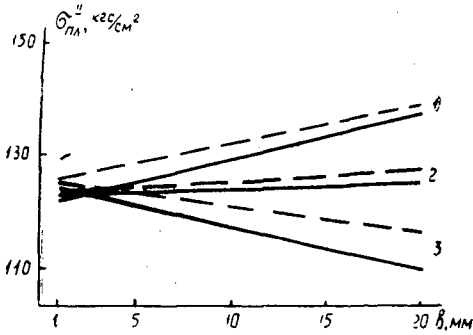


Рис. 4.

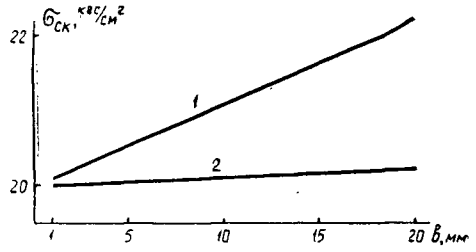


Рис. 5. Зависимость прочности склеивания частиц на скалывание от их ширины.

1 — непосредственное осмоление частиц из пистолета; 2 — осмоление в смесителе при $\eta = 2,5$.

уменьшение величины $\sigma_{ск}$ при неравномерном проклеивании частиц для моделей 3, 4 и т. д. рис. 1. Снижение значений $\sigma_{ск}$ при увеличении количества неравномерно проклеенных частиц в сечениях моделей (образцов) носит затухающий характер; при $n = 5$ величина $\sigma_{ск}$ стабилизируется. Поэтому в случае неравномерного проклеивания частиц эту величину следует определять по образцам, в сечениях которых пять частиц. Полученные значения $\sigma_{ск}$ можно использовать в формулах (1) и (2).

На рис. 4 представлена зависимость прочности плит при растяжении вдоль плоскости от ширины древесных частиц, равномерно и неравномерно проклеенных. Кривыми 1 характеризуются плиты, частицы которых осмолялись непосредственно из пистолета (равномерное проклеивание); частицы плит 2 и 3 осмолялись в смесителе (неравномерное проклеивание), причем для плит 2 величина $\eta = 2,5$, а у частиц плит 3 значения $\eta = 1,6$. Остальные данные для плит рис. 4: $l = 20$ мм; $s = 0,3$ мм; $\gamma_{пл} = 0,56$ г/см³; $H = 10$ мм, $p = 8\%$, смола М19-62, $k = 50\%$, порода — сосна. Штриховые линии на этом рисунке — теоретические значения, а сплошные — экспериментальные. Теоретические расчеты выполнены по формуле (1). В расчетах использованы значения $\sigma_{ск}$ для кривых 3 из рис. 2, для кривых 1 и 2 — из рис. 5.

Рис. 5 показывает, что равномерное проклеивание древесных частиц повышает прочность их склеивания $\sigma_{ск}$, а следовательно, и прочность плит при увеличении ширины частиц. Кроме того, доведение величины η до 2,5 способствует более равномерному проклеиванию частиц и некоторому возрастанию величины $\sigma_{ск}$ (кривая 1).

Из сравнения приведенных ниже древесных частиц видно, что при одинаковом расходе связующего ($p = 4\%$) толщина клеевой пленки δ различна для разной ширины частиц

$$1) lbs = 38 \cdot 1,07 \cdot 0,46 \text{ мм}, \quad \delta = 2,15 \cdot 10^{-4} \text{ см};$$

$$2) lbs = 38 \cdot 25 \cdot 0,46 \text{ мм}, \quad \delta = 3,07 \cdot 10^{-4} \text{ см}.$$

Величину δ определяли по выведенной нами формуле

$$\delta = \frac{p\gamma_4 lbs}{200\gamma_k (lb + ls + bs)} \quad (3)$$

Чтобы удельный расход клея был одинаковым для частиц $38 \cdot 1,07 \cdot 0,46$ мм, содержащих связующего $p_1 = 4\%$, и для частиц $38 \cdot 25 \cdot 0,46$ мм, во втором случае содержание связующего

$$p_2 = p_1 \frac{\delta_1}{\delta_2} = 2,8\%,$$

то есть на 30% меньше.

Таким образом, использование широких частиц при условии их равномерного проклеивания позволяет сократить расход относительно дорогого связующего материала. При равном его расходе применение широких частиц дает возможность получить более прочные плиты.

Широкие древесные частицы необходимых, строго определенных размеров можно получить, например, на станке роторного типа, разработанном на кафедре МТД Брянского технологического института.

Один из путей, повышающих качество и равномерность проклеивания древесных частиц, — увеличение значения η до 2—3 и более.

Поступила 21 декабря 1970 г.

УДК 634.0.865

О КОРОБЛЕНИИ ЛИГНОУГЛЕВОДНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ

И. А. КУЛИНИЧЕВА, В. Н. ПЕТРИ

Уральский лесотехнический институт

Одно из главных отрицательных свойств плитных материалов — их коробление, то есть способность изменять форму под влиянием различных условий окружающей среды.

Исследованием коробления древесностружечных плит занимались зарубежные ученые [7] — [10], но до сих пор еще нет ни унифицированных методов изучения деформации плит, ни критериев оценки деформаций.

Для опытов мы использовали лигноуглеводные пластики из опилок (ОП) и стружек лиственницы (СП), запрессованные на прессе П-478 по разной технологии [1], [4], а также древесностружечные плиты (ДСП).

Часть плит кондиционировали в течение 7 суток при температуре 40°C и относительной влажности воздуха 30%, что является оптимальным режимом для данных видов лигноуглеводных пластиков [3], а затем еще 30 суток в стандартных комнатных условиях ($t_c = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ и $\varphi = 65 \pm 2\%$). Вторую часть пластиков кондиционировали в течение 45 суток только в стандартных комнатных условиях.

Для изучения деформаций использовали две спаренные камеры кондиционирования [2], в каждой из которых самостоятельно может поддерживаться температурно-влажностный режим. Перегородкой между камерами служила опытная плита размером $35 \times 35 \times h$ см (h — толщина плиты).

В последнее время для исследования деформативности широко используют проволочные датчики омического сопротивления [5]. В данных опытах величины напряжений при короблении определяли датчиками типа ПКБ-20-100, которые тарировали на тарировочной балке для определения цены деления прибора ВСТ-3 по напряжениям.

На каждую сторону плиты наклеивали пять датчиков: один в центре, два по оси через 8,5 см и два по диагонали плиты через 10,5 см (рис. 1). Прогобы в этих же точках плиты замеряли индикаторами типа ИЧ-10.

Для измерения деформаций плит была собрана мостовая схема, состоящая из электротензометра типа ВСТ-3 УПИ, милливольтмикроамперметра типа М 198/2, рабочего и компенсационного датчиков, источника питания на 5 в. Измерительные схемы выполнены специальным экранированным проводом МГШВЭ-1.

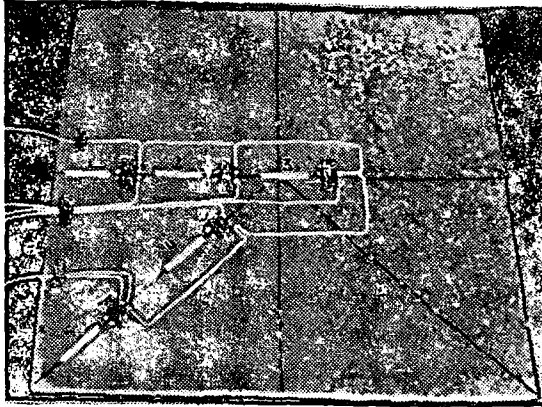


Рис. 1. Образец плиты из лиственничных опилок с наклеенными датчиками.

Исходным в опытах было состояние плиты, обработанной со всех сторон воздухом одних параметров (кондиционирование в режиме или в комнатных условиях). От этого первоначального состояния делали все последующие отсчеты.

Деформации и прогибы измеряли через каждые два часа в течение 4—5 суток, пока не прекращались изменения по реохорду и индикаторам.

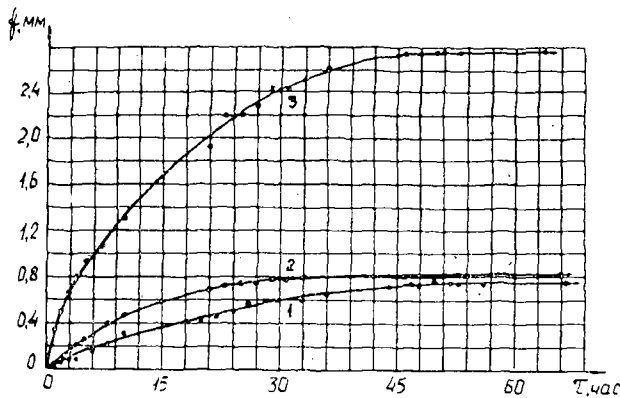


Рис. 2.

1 — для древесностружечной плиты; 2 — для лигноуглеводной плиты из стружек лиственницы; 3 — для лигноуглеводной плиты из опилок лиственницы.

Характеристики плит, испытанных на коробление, приведены в табл. 3.

Зависимость степени прогибов плит от продолжительности испытаний, представленная на рис. 2, показывает величину коробления, возникающего у образцов различных видов плит на базе 350 мм при температуре 40°C (на одну плоскость плиты воздействовал воздух 60%-ной влажности, на другую — 30%-ной). Наибольшим было коробление лигноуглеводных пластиков из опилок лиственницы, так как проницаемость опилочных плит больше, чем стружечных. Коробление пластиков из стружек лиственницы и древесностружечной плиты оказалось значительно меньшим и примерно одинаковым, хотя плита, взятая

для сравнения, была в два раза толще, что снижает величину коробления.

Известно, что коробление обычно вызывается неравномерным распределением влаги в толще материала. В данном случае распределение влаги в образце до и после опытов устанавливали, определяя послойную влажность. Для этого из плиты вырезали образцы размером $25 \times 35 \times 10$ мм и с помощью специального приспособления разделяли на пять слоев: первый — со стороны камеры № 1, пятый — со стороны камеры № 2. Данные о распределении влажности по толщине плит перед опытом приведены в табл. 1, после опыта — в табл. 2.

Таблица 1

Условия кондиционирования	Плита	Влажность, %, по слоям		
		поверхностному	промежуточному	центральному
Режим ($t_c = 40^\circ\text{C}$, $\varphi = 30\%$) плюс комнатные условия	СП	9,6	10,4	10,6
	ОП	8,4	9,1	9,6
Комнатные условия	СП	9,2	9,6	9,8
	ОП	8,9	9,2	9,5
	ДСП	7,8	8,7	8,8

Таблица 2

Условия кондиционирования	Режим		Плита	Влажность, %, по слоям				
	камера № 1	камера № 2		1	2	3	4	5
Режим ($t_c = 40^\circ\text{C}$, $\varphi = 30\%$) плюс комнатные условия	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 30\%$	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 60\%$	СП-1	8,1	9,5	9,8	9,6	8,4
			ОП-1	6,6	7,7	8,3	8,0	8,1
			ДСП-1	5,5	7,2	7,6	7,3	6,2
	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 30\%$	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 90\%$	СП-2	8,5	10,1	11,4	13,3	13,7
			ОП-2	9,5	10,5	11,1	12,0	12,9
			ДСП-2	7,3	8,5	8,6	8,3	8,1
	$t_c = 30^\circ\text{C}$ $\varphi = 50\%$	$t_c = 30^\circ\text{C}$ $\varphi = 90\%$	СП-3	9,8	11,8	11,6	12,0	13,4
			ОП-3	8,6	9,8	10,1	10,7	11,8
			ДСП-3	6,4	7,9	10,0	10,1	8,8
Комнатные условия	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 30\%$	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 90\%$	СП-4	8,6	10,1	11,4	13,0	13,5
			ОП-4	8,7	10,2	11,4	12,7	13,6
	$t_c = 30^\circ\text{C}$ $\varphi = 50\%$	$t_c = 30^\circ\text{C}$ $\varphi = 90\%$	СП-5	10,7	11,1	12,0	12,9	13,7
			ОП-5	9,6	10,1	10,6	10,4	10,3

Результаты испытаний, представленные в табл. 1, 2 и 3, обработаны методами вариационной статистики. Показатель точности не превышает 5%.

Перед опытом и после него определяли предел прочности и модуль упругости плит по ГОСТу 10635—63 «Плиты древесностружечные». Уменьшение этих величин можно объяснить тем, что показатели были получены при испытании плиты, подвергавшейся воздействию воздуха с повышенной влажностью.

Условия кондиционирования	Режим		Плита	Перед короблением	
	в камере № 1	в камере № 2		$\sigma_{пч}$, кгс/см ²	E , кгс/см ²
Режим ($t_c = 40^\circ\text{C}$, $\varphi = 30\%$) плюс ком- натные условия	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 30\%$	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 60\%$	СП-1 ОП-1 ДСП-1	252 199 242	49800 38200 34600
	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 30\%$	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 90\%$	СП-2 ОП-2 ДСП-2	252 199 242	49800 38200 34600
	$t_c = 30^\circ\text{C}$ $\varphi = 50\%$	$t_c = 30^\circ\text{C}$ $\varphi = 90\%$	СП-3 ОП-3 ДСП-3	252 199 242	49800 38200 34600
	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 30\%$	$t_c = 40^\circ\text{C}$ $\varphi = 90\%$	СП-4 ОП-4	284 193	52600 37500
	$t_c = 30^\circ\text{C}$ $\varphi = 50\%$	$t_c = 30^\circ\text{C}$ $\varphi = 90\%$	СП-5 ОП-5	284 193	52600 37500
	Комнат- ные условия				

Сразу после опыта на коробление с помощью машины УМ-5т по площадке радиусом, равным 0,1 стороны, определяли нагрузку в центре плиты, возвращающую ее в первоначальное состояние. С учетом этой сосредоточенной силы был вычислен теоретический прогиб в центре плиты [6] по формуле

$$f_{max} = \frac{0,13Pa^2}{Eh^3}$$

где f_{max} — прогиб в середине плиты, см;
 P — сосредоточенная сила в центре плиты, кгс;
 a — размер стороны плиты, см;
 E — модуль упругости при изгибе плиты после коробления, кгс/см²;
 h — толщина плиты, см.

Значения сосредоточенной силы P , предела прочности при изгибе $\sigma_{пч}$, модуля упругости E , напряжений σ_{max} , возникающих в плитах при короблении, приведены в табл. 3. Здесь же представлены опытные и теоретические величины прогибов и расхождения между ними (в %), подтверждающие, что сосредоточенную силу P , необходимую для предотвращения коробления плит, можно определять по приведенной формуле.

Из данных табл. 3 видно, что при изменении условий проведения опыта и увеличении прогибов возрастают и напряжения в плитах.

Однако при изменении условий опыта с $t_c = 40^\circ\text{C}$, $\varphi = 30\%$ в одной камере и $\varphi = 90\%$ в другой камере до $t_c = 30^\circ\text{C}$ и φ соответственно до 50 и 90% оказалось, что во всех плитах напряжения σ_{max} увеличились, а величины прогибов уменьшились. Вероятно, напряжения возросли потому, что, кроме напряжений изгиба, в этом случае на величину прогибов оказывают влияние послойные влажностные напряжения.

Результаты проведенных опытов позволяют сделать следующие выводы: наибольшее коробление при одних и тех же условиях наблюдается у пластиков из опилок лиственницы. Лигноуглеводные древесные пластики, прошедшие кондиционирование, во всех случаях менее

Таблица 3

После коробления		При короблении σ_{max} , кгс/ см ²	Сосредоточенная сила P , кгс	Максимальный прогиб f_{max} , см		Опытное расхождение прогибов, %	$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{пч}}$, %
$\frac{\sigma_{пч},}{кгс}$ $\frac{кгс}{см^2}$	$\frac{E,}{кгс}$ $\frac{кгс}{см^2}$			опытный	расчетный		
241	48700	14,1	28	0,083	0,092	- 10,9	5,7
186	36100	10,3	59	0,276	0,264	+ 4,3	5,6
230	32200	12,6	98	0,075	0,071	+ 5,7	5,5
244	47300	27,4	33	0,119	0,111	+ 6,7	11,1
180	33100	23,6	59	0,303	0,284	+ 6,3	13,1
234	31800	26,4	103	0,068	0,075	- 10,3	11,3
231	48500	30,0	24	0,080	0,079	+ 1,8	13,0
191	35200	25,3	35	0,154	0,162	- 5,2	13,2
222	33400	28,2	74	0,059	0,052	+ 12,7	12,7
253	50000	38,8	53	0,180	0,169	+ 6,1	15,0
184	34100	32,3	71	0,329	0,333	- 1,2	17,5
247	48500	27,2	49	0,180	0,161	+ 10,6	11,0
169	33700	25,4	63	0,296	0,304	- 2,7	15,0

подвержены короблению, чем пластики, выдержанные только при стандартных комнатных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. А. Вахрушева, В. Н. Петри. Применение размельченной лиственничной древесины для изготовления пластиков без добавления связующих веществ. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963. [2]. И. А. Кулиничева, В. Н. Петри. Камера искусственного климата для кондиционирования лигноуглеводных древесных пластиков. Труды УЛТИ, вып. 20, Свердловск, 1969. [3]. И. А. Кулиничева. Некоторые вопросы кондиционирования лигноуглеводных древесных пластиков. Сборник научных трудов аспирантов и соискателей УЛТИ, Свердловск, 1969. [4]. М. Е. Мельникова, В. Н. Петри. Лигноуглеводные древесные пластики из лиственничной стружки без добавления связующего. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1967. [5]. В. И. Пучкин. Приклеиваемые тензодатчики сопротивления. М.—Л., 1966. [6]. С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. Пластинки и оболочки. М., 1963. [7]. A. Dosoudil. Prüfung verfahren für Holzfaser- und Holzspanplatten. Holz als Roh- und Werkstoff, № 2, 1964. [8]. A. Dosoudil. Untersuchungen über Formstabilität von Holzspanplatten. Mitt. Dtsch. Ges. Holzforsch., № 1, 1965. [9]. Tadeusz Drowet, Mirosława Tatak. O odkształcnosci plyt wiorowych przeznaczonych dla meblarstwa. Przewmysl Drzewny, № 7, 1963. [10]. F. Walter, R. Rinkefeil. Ein Beitrag zur Bestimmung der Formbeständigkeit von Holzwerkstoffplatten. Holztechnologie, № 2, 1960.

Поступила 18 ноября 1970 г.

УДК 674

ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ КОРЫ И ДРЕВЕСИНЫ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

М. Н. СИМОНОВ, А. Г. МАЙОРОВА

ЦНИИМЭ

Обработка бревен в корообдирочных станках — сложный процесс, сопровождающийся трением, деформациями сжатия, сдвига и перерезания волокон не только коры, но и частично древесины. Поэтому для расчета сил, действующих в этом процессе, важно знать сопротивляемость отдельных анатомических элементов коры и древесины в зави-

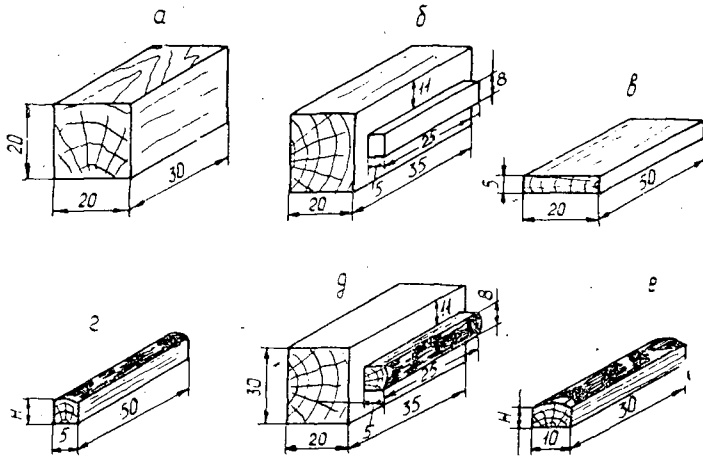


Рис. 1. Образцы для испытаний механических свойств древесины:
 а — на сжатие; б — скалывание; в — перерезание;
 г — на перерезание; д — скалывание; е — сжатие.

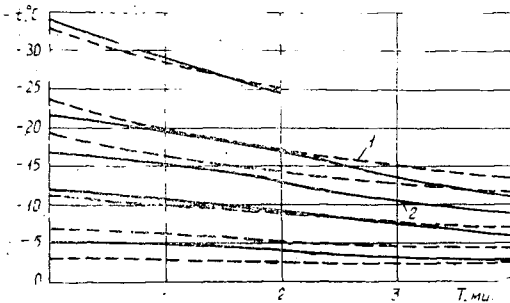


Рис. 2. Изменение температуры в образцах в зависимости от времени оттаивания (при температуре камеры $+7^{\circ}\text{C}$).

1 — в камбиальном слое (при скалывании коры); 2 — в древесине (при сжатии).

симости от изменения температуры внешней среды и способа воздействия механических сил.

Цель данных исследований — экспериментальное изучение закономерностей изменения предела прочности коры и древесины основных древесных пород в температурном интервале от 0 до -30°C .

Образцы испытывали на универсальной машине Амслера. Чтобы соблюсти принцип парности, образцы коры брали с тех свежесрубленных бревен, из которых изготавливали образцы древесины (рис. 1), и замораживали в электроавтоматическом шкафу переменных температур типа TSW-300. Для контроля за изменением температуры в камбиальном слое и древесине проведена серия исследований. Данные представлены на рис. 2. За период испытаний одного образца повышение температуры в камбиальной зоне коры в зависимости от заданной температуры замораживания составляло 1—4°. Температуру холодильного шкафа соответственно корректировали. В каждом опыте было 10—15 наблюдений.

Данные испытаний образцов древесины и коры на скалывание представлены в табл. 1.

С понижением температуры от 0 до -30°C предел прочности на скалывание коры и древесины увеличивается в 3—3,5 раза для хвойных и в 2—3 раза — для лиственных пород. Особенно интенсивное возрастание наблюдается до температуры -20°C . Повышение прочности

Таблица 1

Порода	Предел прочности при скалывании поперек волокон в тангенциальном направлении, кгс/см ² , при температуре, °С					± <i>m</i> , кгс/см ²	± <i>v</i> , %	Влажность (абс.), %
	0	-5	-10	-20	-30			
Ель	28	45,4	54,3	76,8	85,1	1,3—2,6	5,6—14	120
	7,8	13,3	15,8	19,8	24,7	0,4—1,4	15—25	129
Сосна	21,7	45,4	47,2	72,7	83,4	0,9—3,3	6,1—26	157
	3,3	5,3	10,6	16,0	18,1	0,21—0,64	10—27	113
Осина	26,1	38,0	41,1	51,2	58,7	0,61—31,5	7,1—11	101
	7,9	10,14	16,0	22,6	22,8	0,28—0,65	8,4—16	124
Береза	38,6	42,4	50,2	57,1	65,4	1,4—2,3	8,0—10	82
	14,2	21,4	21,5	33,2	33,8	0,43—1,3	8,2—25	58

Примечание. В числителе данные для древесины; в знаменателе — для коры по камбию.

древесины и коры объясняется тем, что по мере снижения температуры, вода, находящаяся в клетках и сосудах древесины, начинает замерзать, тем самым увеличивая общую прочность материала. Причем интенсивность замораживания зависит от величины клеточных полостей, в которых содержится вода, а также количества и вида растворенных в ней веществ. Надо полагать, что в температурном интервале от 0 до -3°С вымораживается вода, содержащаяся в древесине и коре в виде свободной влаги. При более низкой температуре начинает кристаллизоваться гигроскопическая влага, область фазового превращения которой находится в температурном интервале от -3 до -50°С. Между отдельными областями фазовых превращений воды заметных явлений не наблюдается.

Испытания образцов коры и древесины на перерезание поперек волокон в тангенциальном направлении проводили до полного их разрушения. Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Предел прочности коры и древесины при перерезании поперек волокон в тангенциальном направлении, кгс/см ² при температуре, °С					± <i>m</i> , кгс/см ²	± <i>v</i> , %	Влажность (абс.), %
	0	-5	-10	-20	-30			
Ель	334	331	333	335	310	9,8—12	3,8—11	113
	56,4	49,9	48,0	47,2	50,8	1,8—2,4	13—22	99
Сосна	354	336	350	363	326	4,0—10,0	3,5—8,6	122
	37,5	38,5	34,0	34,0	39,2	1,2—1,6	13—18	90
Осина	310	312	311	355	296	4,5—11,7	4,3—11	114
	57,5	53	52	53	55	1,0—1,7	7,1—13	87
Береза	313	332	337	342	328	6,6—8,0	5,9—7,0	73
	49,7	48,7	49,0	46,8	51,6	1,6—2,4	12—19	67

Примечание. В числителе данные для древесины; в знаменателе — для коры.

С понижением температуры от 0 до -30°С предел прочности древесины при перерезании поперек волокон в тангенциальном направлении существенно не увеличивается. Замечена тенденция к повышению сопротивлений на 8—10% до -20°С. Для коры наблюдается даже понижение сопротивлений перерезанию до -15°С. При более низкой тем-

температуре предел прочности коры возрастает. Это явление, по-видимому, можно объяснить тем, что с понижением температуры кристаллы льда увеличивают сопротивление перерезанию, однако при этом интенсивно снижаются силы трения между волокнами коры и ножами прибора, особенно при затвердении коры, имеющей большую прослойку луба. В вязком состоянии кора проникает между ножами и создает дополнительное сопротивление перемещению подвижного ножа. При снижении температуры до $-15-20^{\circ}\text{C}$ кора становится достаточно жесткой и дальнейшие изменения предела прочности происходят, в основном, из-за увеличения прочности ледяной решетки.

Таблица 3

Порода	Условный предел прочности при сжатии поперек волокон в тангенциальном направлении, кгс/см ² , при температуре, °C					$\pm m$, кгс/см ²	$\pm v$, %	Влажность (абс.), %
	0	-5	-10	-20	-30			
Ель	26,5	34,7	34,0	33,5	32,7	0,5—1,0	4,7—11	139
	14,8	20,0	20,3	16,6	13,0	0,8—1,3	3,2—5,4	162
Сосна	32,8	36,9	40,2	40,6	—	0,5—1,4	5,4—7,7	126
	18,6	18,1	16,4	18,4	16,6	0,6—0,8	15—18	91
Осина	11,6	15,3	15,4	16,9	—	0,1—0,6	2,0—16	130
	32,8	36,7	36,8	32,6	35,4	1,5—2,0	18—26	76
Береза	24,3	25,9	26,5	24,6	—	0,1—1,0	1,0—12	74
	43,0	44,7	43,0	44,7	41,4	1,3—2,1	12—25	60

Примечание. В числителе данные для древесины; в знаменателе — для коры.

По данным испытаний образцов на сжатие поперек волокон в тангенциальном направлении (табл. 3) с понижением температуры до -10°C прочность древесины увеличивается. Дальнейшее понижение температуры почти не оказывает влияния на предел прочности. Аналогичное явление наблюдается при замораживании коры. При снижении температуры до $-5-10^{\circ}\text{C}$ прочность коры на сжатие увеличивается, затем наблюдается стабилизация роста прочности.

При равных условиях сопротивляемость древесины на сжатие по условному пределу прочности ниже, чем сопротивляемость коры. В связи с чем в летний период при окорке лиственных пород кора сдвигается по камбию большими кусками без сжатия пробкового слоя. В зимнее время при значительных усилиях прижима короснимателей пробковые слои коры снимаются со значительными повреждениями древесины.

По аналогичной методике были проведены опыты на сжатие древесины в радиальном направлении (табл. 4).

Таблица 4

Порода	Условный предел прочности древесины при радиальном сжатии, кгс/см ² , при температуре, °C					$\pm m$, кгс/см ²	$\pm v$, %	Влажность (абс.), %
	0	-5	-10	-20	-30			
Ель	16,4	20,4	20,8	21,2	20,9	0,5—1,1	9,4—16	137
Сосна	16,2	17,1	19,8	20,2	—	0,5—0,9	8,2—17	140
Осина	17,8	19,2	20	20,9	—	0,4—1,1	7,9—16	132
Береза	38,1	38,9	37,5	41,2	—	0,1—2,4	0,9—19	74

При изучении влияния температуры на предел прочности коры при радиальном сжатии было проведено свыше 200 опытов (около 3 тыс. наблюдений). Испытывали кору четырех пород при температуре замораживания от 0 до -30°C через каждые 5° .

Установлено, что при сжатии коры в радиальном направлении зависимость между нагрузкой и деформацией выражается криволинейной функцией. Характерный изгиб кривой для установления условного предела прочности отсутствует. При этом увеличение нагрузок опережает рост деформаций. Вместо разрушения образца происходит постепенное прессование материала.

Таблица 5

Древесная порода	Предел прочности поперек волокон	Коэффициенты		
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Ель	На сдвиг	0,015	0,98	7,0
		$\frac{-0,04}{0,018}$	$\frac{3,0}{-0,7}$	$\frac{3,05}{55,0}$
	На перерезание	$\frac{-0,14}{-0,028}$	$\frac{4,2}{0,7}$	$\frac{305}{16,0}$
		$\frac{-0,02}{-}$	$\frac{0,7}{-}$	$\frac{29,0}{-}$
	На сжатие:	$\frac{-0,0045}{0,3}$	$\frac{18,0}{-}$	$\frac{-}{-}$
		$\frac{-0,028}{-0,02}$	$\frac{0,7}{0,7}$	$\frac{16,0}{29,0}$
радиальное	$\frac{-}{-0,0045}$	$\frac{-}{0,3}$	$\frac{-}{18,0}$	
Сосна	На сдвиг	0,014	0,95	2,8
		$\frac{-0,04}{0,015}$	$\frac{3,2}{-0,4}$	$\frac{23,0}{37,0}$
	На перерезание	$\frac{-0,13}{-0,004}$	$\frac{4,2}{0,1}$	$\frac{320}{17,5}$
		$\frac{-0,035}{-}$	$\frac{1,05}{-}$	$\frac{33,0}{-}$
	На сжатие:	$\frac{-0,005}{0,3}$	$\frac{16,0}{-}$	$\frac{-}{-}$
		$\frac{-0,004}{-0,035}$	$\frac{0,1}{1,05}$	$\frac{17,5}{33,0}$
радиальное	$\frac{-}{-0,005}$	$\frac{-}{0,3}$	$\frac{-}{16,0}$	
Осина	На сдвиг	$\frac{-0,012}{-0,016}$	$\frac{1,0}{1,5}$	$\frac{7,3}{27,0}$
		$\frac{0,022}{-0,13}$	$\frac{0,7}{4,0}$	$\frac{57,0}{300}$
	На перерезание	$\frac{-0,003}{-0,02}$	$\frac{0,1}{0,7}$	$\frac{33,5}{11,0}$
		$\frac{-}{-0,003}$	$\frac{-}{0,3}$	$\frac{-}{17,0}$
	На сжатие:	$\frac{-0,008}{-0,015}$	$\frac{0,98}{1,4}$	$\frac{15,0}{36,5}$
		$\frac{0,015}{-0,12}$	$\frac{-0,4}{4,1}$	$\frac{50,0}{310}$
На сжатие:	$\frac{-0,005}{-0,02}$	$\frac{0,1}{0,5}$	$\frac{43,0}{23,5}$	
	$\frac{-}{-0,005}$	$\frac{-}{0,2}$	$\frac{-}{38,0}$	
радиальное	$\frac{-}{-0,005}$	$\frac{-}{0,2}$	$\frac{-}{38,0}$	

Примечание. В числителе данные для коры; в знаменателе — для древесины.

Испытание образцов коры на сжатие в радиальном направлении показало, что установить предел прочности не представляется возможным ни при положительных, ни при отрицательных температурах.

Опытные данные обработаны графоаналитическим способом. По характеру расположения точек и на основе физического анализа явления установлено, что для всех видов испытаний математическая зависимость предела прочности σ от минусовой температуры t выражается уравнением параболы

$$\sigma = at^2 + bt + c \text{ кгс/см}^2.$$

Для удобства пользования этим уравнением коэффициенты a , b и c сведены в табл. 5.

Поступила 19 июня 1970 г.

УДК 674

ВЫБОР ГЕНЕРАТОРА ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ТЕРМОРАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Я. Т. АБОЛИНЬШ, Я. А. ДОЛАЦИС

Латвийская сельскохозяйственная академия

С. Г. ИЛЬЯСОВ, В. В. КРАСНИКОВ

Московский технологический институт пищевой промышленности

Эффективность терморadiационной обработки зависит от того, насколько правильно сочетаются спектральные терморadiационные характеристики излучателя и древесины (древесных материалов).

Авторы настоящей статьи исследовали спектральные терморadiационные характеристики древесины различных пород и фанеры в области спектра 0,4—15,0 мкм, а также зависимость этих характеристик от влажности и толщины слоя. Всего изучено двадцать шесть пород с различной плотностью 0,45—1,3 г/см³ (прессованная).

Принципиальные оптические схемы устройств и методики измерений приведены в работах [1], [2], [4]. Было установлено, что характер спектров отражения и пропускания различных пород древесины одинаков, а предельная толщина пропускания инфракрасного (ИК) излучения находится в пределах 3—10 мм.

С увеличением плотности уменьшаются как отражательная способность слоя древесины оптически бесконечно плотного $R_{\lambda\infty}$, так и пропускательная способность слоя конечной толщины. На рис. 1 показана зависимость отражательной способности древесины (осредненной в диапазоне 0,8—1,5 мкм) от плотности; эта зависимость носит линейный характер. Аналогичные данные были получены рядом авторов [5] при облучении «светлым» излучателем.

Было обнаружено также, что при увеличении влажности древесины спектральная отражательная способность R_{λ} уменьшается, а пропускательная способность D_{λ} возрастает (рис. 2). Однако величина D_{λ} значительно повышается только в той области спектра, где отсутствуют интенсивные полосы поглощения воды (0,7—1,3 мкм). В области спектра 2,5—15 мкм пропускательная способность D_{λ} уменьшается вследствие интенсивного поглощения ИК излучения водой. Снижение R_{λ} при увеличении влажности в области спектра 0,4—2,5 мкм еще не

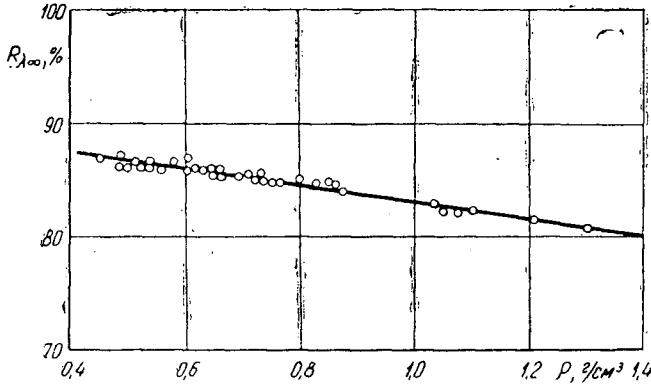


Рис. 1.

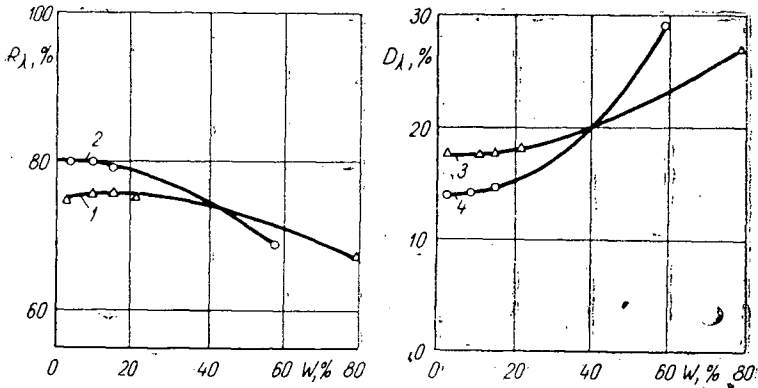


Рис. 2. Зависимость спектральной отражательной R_λ и пропускательной D_λ способностей древесины от влажности при длине волны $\lambda = 1,1$ мкм.

1, 3 — для сосны, $\delta = 0,68$ мм; 2, 4 — для бука, $\delta = 0,60$ мм.

означает, что с повышением пропускательной способности настолько же возрастает поглощательная способность A_λ .

Чтобы выбрать наиболее рациональный генератор ИК энергии, необходимо сопоставить спектральные оптические свойства древесины, содержащейся в ней воды и спектральные характеристики излучателей (рис. 3). На рис. 3 обозначено: T — температура поверхности абс. черного тела (а.ч.т.); q — плотность потока излучаемой энергии а.ч.т. Наибольшие значения D_λ и R_λ и наименьшую величину A_λ древесина имеет вблизи длины волны 1,1 мкм. Именно в этой области лежит максимум распределения энергии излучения светлого излучателя (рис. 3, б, кривая 5). Довольно распространенное в настоящее время убеждение, что для сушки и термообработки материалов следует использовать высокотемпературные излучатели ($\lambda_{max} = 1$ мкм), требует экспериментальной проверки, так как в этой области отражение велико, а поглощение мало. Из рис. 3 также видно, что наиболее выгодно применять «темные» излучатели с $\lambda_{max} = 3,0 \div 5,0$ мкм.

Окончательно выбрать излучатель можно после сравнительного расчета доли энергии, поглощенной всем слоем материала для несколь-

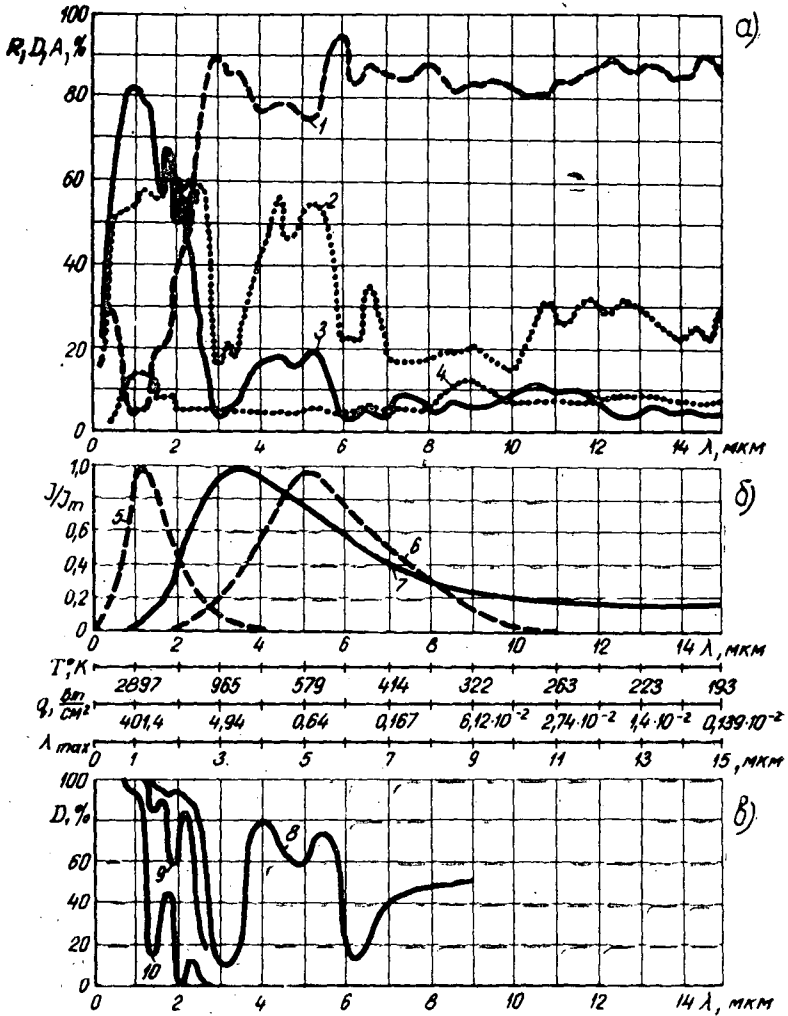


Рис. 3.

а — кривая 1 — A_λ древесины бука при $\delta = 0,48$ мм; 2 — D_λ бука при $\delta = 0,10$ мм; 3 — R_λ бука при $\delta = 0,48$ мм; 4 — D_λ бука при $\delta = 0,48$ мм;
 б — спектральное распределение энергии: кривая 5 — для лампы НИК-1000 ($T = 2630^\circ\text{K}$, $\lambda_{max} = 1,1$ мкм); 6 — для металлической плитки ($T = 590^\circ\text{K}$, $\lambda_{max} = 5,1$ мкм); 7 — для темного излучателя ($T = 800^\circ\text{K}$, $\lambda_{max} = 3,6$ мкм);
 в — кривая 8 — D_λ воды при толщине слоя 0,01 мм; 9 — при толщине слоя 0,05 мм; 10 — при толщине слоя 0,5 мм.

ких излучателей, а также поглощенной на различных глубинах в материале.

Измерив спектральные характеристики R_λ и D_λ материала, можно вычислить осредненные \bar{B} по спектру любого излучателя терморadiационные характеристики этого материала \bar{R} , \bar{D} и \bar{A} по формуле

$$\bar{B} \approx \frac{\sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_\lambda B_\lambda \Delta\lambda}{\sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_\lambda \Delta\lambda}, \quad (1)$$

где I_λ — спектральная интенсивность излучения ИК источника;
 $\Delta\lambda$ — интервал длин волн;
 $\lambda_1 - \lambda_2$ — область спектра источника ($\sim 95\%$ всей энергии).

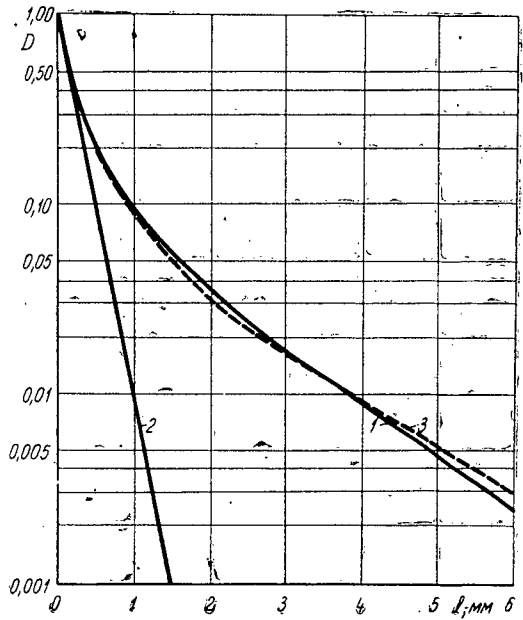
Излучательную способность для слоя материала, еще пропускающего излучение, определяют следующим образом:

$$\bar{\varepsilon} \approx \frac{\sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_{0\lambda} \{1 - (R_\lambda + D_\lambda)\} \Delta\lambda}{\sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_{0\lambda} \Delta\lambda}, \quad (2)$$

где $I_{0\lambda}$ — спектральная интенсивность излучения абс. черного тела (а.ч.т.);

$\lambda_1 - \lambda_2$ — область спектра, внутри которой сосредоточена большая часть энергии ($\sim 95\%$), излучаемой а.ч.т.

Рис. 4.
 1 — данные осреднены по спектру светлого ($\lambda_{max} = 1,1$ мкм) излучателя по формуле (1); 2 — осреднены по спектру темного ($\lambda_{max} = 5,1$ мкм) излучателя; 3 — экспериментальные данные [3] при облучении светлым излучателем.



На рис. 4 представлены зависимости пропускательной способности D древесины сосны от толщины l . Как видно, сходимость вычисленных и экспериментальных данных хорошая.

Вычисления отражательной способности \bar{R} сосны слоя оптически бесконечно плотного ($l = 15$ мм), осредненной по формуле (1), показали, что для светлого излучателя ($\lambda_{max} = 1,1$ мкм) $\bar{R}_c \approx 74\%$, $\bar{A}_c \approx 26\%$, а для темного ($\lambda_{max} = 5,1$ мкм), $\bar{R}_t \approx 20\%$, $\bar{A}_t \approx 80\%$. Излучательная способность древесины сосны $\bar{\varepsilon} \approx 0,84$. Из этих данных и рис. 4 следует, что при нагреве поверхностного слоя древесины выгоднее применять темный излучатель (кривая 2), причем для интенсивного нагрева используют более высокотемпературный темный излучатель (кривая 7, рис. 3, б), так как поглощательная способность в этих областях спектра примерно одинакова.

Если древесину необходимо прогревать по толщине, либо нагревать слой на глубине, большей 0,5 мм (при склеивании фанеры), то

наиболее эффективно использование светлого излучателя. Однако не следует применять излучатель с $\lambda_{max} = 1,1$ мкм, поскольку в этой области R_λ имеет максимальное значение, а A_λ — минимальное. Как видно из рис. 3, а, в данном случае выгоднее использовать излучатель с $\lambda_{max} = 1,6$ — $1,8$ мкм, так как здесь величина R_λ — меньшая, D_λ — еще высока и A_λ — достаточно велика.

Для проверки изложенных выше теоретических положений была измерена температура поверхности образцов нескольких пород древесины (сосны, березы и др.) при двухстороннем облучении светлым и темным излучателями для одинаковой плотности интегрального потока. Температура поверхности древесины растет значительно быстрее при облучении темным излучателем, чем светлым, что подтверждает правильность теории.

Таким образом, методика выбора генератора ИК излучения сводится к следующему.

1. Необходимо измерить спектральные отражательную R_λ и пропускательную D_λ способности слоя конечной толщины и отражательную способность оптически бесконечно плотного слоя $R_{\lambda\infty}$ с учетом рассеяния излучения в области спектра 0,4—15 мкм.

2. Из совместного рассмотрения (рис. 3) терморadiационных характеристик материала, содержащейся в нем воды, ИК генераторов выбрать два или несколько подходящих (желаемых) излучателей для данного технологического процесса и примерно определить их основные параметры — температуру, плотность потока энергии, излучаемой с единицы поверхности, и длину волны максимума распределения энергии излучения а. ч. т.

3. Вычислить осредненные по спектру каждого выбранного ИК излучателя характеристики \bar{R} , \bar{D} и \bar{A} материала по формуле (1).

4. На основании анализа величин \bar{R} , \bar{D} и \bar{A} для сравниваемых излучателей выбрать наиболее подходящий генератор ИК излучения и установить режим его работы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Г. Ильясов, В. В. Красников, М. Б. Фридзон, В. И. Шляхов. «Метеорология и гидрология» № 10, 96, 1968. [2]. С. Г. Ильясов, В. В. Красников. ИФЗ, 18, № 4, 688, 1970. [3]. А. Т. Лисовенко, А. А. Михелев. Журн. «Пищевая промышленность» № 3, 1962, стр. 21—23. [4]. А. С. Топорец. Сб. «Спектроскопия светорассеивающих сред». Изд. АН БССР, Минск, 1963. [5]. D. Naḡaуanaḡurti, U. Sanjiva. Bulletin Research Council of Israel, Vol. 6С, 1958, pp. 109—112.

Поступила 5 мая 1970 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 547.458.81

ЦЕЛЛЮЛОЗА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ

АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИИ СВОЙСТВ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Р. З. ПЕН, Э. М. МЕНЧЕР, Л. Г. ХАУСТОВА, Г. М. ИОФФЕ

Сибирский технологический институт

Изучая сульфатную варку древесины даурской лиственницы, результат процесса мы оценивали целым рядом показателей [2]. При этом было замечено, что между жесткостью целлюлозы и ее механическими свойствами существует ясно выраженная линейная корреляция. Рассмотрим ряд связанных с этим обстоятельством вопросов. Поскольку показатели выхода и качества целлюлозы выступают в данном случае как набор наблюдаемых переменных, обозначим их через x_i ($i = 1, 2, \dots, p$), чтобы не отступать от сложившихся в многомерной статистике традиций; будем полагать: x_1 — выход целлюлозы, % к исходной древесине; x_2 — жесткость целлюлозы в единицах каппа; x_3 — разрывная длина, м; x_4 — число двойных перегибов; x_5 — сопротивление продавливанию, кгс/см²; x_6 — сопротивление раздиранию, гс.

Матрица A выборочных коэффициентов корреляции, вычисленных обычным способом на основании экспериментальных данных, приведенных в работе [2], представлена в табл. 1.

Таблица 1

Матрица корреляций между x_i

Показатели	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
x_1	1	0,791	-0,749	-0,830	-0,856	-0,841
x_2	0,791	1	-0,640	-0,714	-0,677	-0,721
x_3	-0,749	-0,640	1	0,761	0,888	0,649
x_4	-0,830	-0,714	0,761	1	0,807	0,778
x_5	-0,856	-0,677	0,888	0,807	1	0,696
x_6	-0,841	-0,721	0,649	0,778	0,696	1

Наличие существенной положительной корреляции между выходом целлюлозы и ее жесткостью вполне понятно. Механические свойства также коррелированы между собой; особенно сильна корреляция между разрывной длиной и сопротивлением продавливанию.

Значительная связь между показателями механической прочности обусловлена существованием небольшого числа «первичных» свойств, присущих целлюлозе, изменение которых вызывает дисперсии значений всех механических показателей; в дальнейшем эти свойства мы будем называть «простыми факторами» * и обозначать через f_r ($r = 1, 2, \dots, k$).

* Этот термин мы употребляем в значении, эквивалентном используемому в многомерной статистике термину «common factor».

Постараемся выявить число и природу факторов f_r , используя информацию, имеющуюся в корреляционной матрице A . В качестве факторной модели рассмотрим равенство

$$x_i = \sum_{r=1}^k l_{ir} f_r + e_i \quad (i=1, 2, \dots, p), \quad (1)$$

где f_r — r -й простой фактор;

k — число простых факторов, необходимое для объяснения корреляционной структуры матрицы A ;

l_{ir} — нагрузка r -го фактора в i -той переменной;

e_i — случайная величина, действующая только на x_i ;

p — число наблюдаемых переменных (в нашем случае $p = 6$).

Уравнение (1) постулирует, что множество наблюдаемых коррелированных переменных x_i ($i = 1, 2, \dots, p$) можно описать меньшим числом простых факторов f_r ($r = 1, 2, \dots, k$; $k < p$) и множеством p случайных величин e_i . Задача сводится к нахождению матрицы нагрузок $L = \{l_{ir}\}$ размера $p \times k$ и диагональной матрицы V с элементами v_i , являющимися дисперсиями случайных величин e_i . Число k простых факторов не постулируется, однако на него накладывается ограничение

$$(p + k) < (p - k)^2; \quad (2)$$

в нашем случае $p = 6$, следовательно, $k \leq 2$.

Начнем с рассмотрения нулевой гипотезы H_0 о том, что одного простого фактора ($k = 1$) достаточно, чтобы объяснить корреляционные связи между переменными. Вычислительная процедура описана в книге Д. Лоули и А. Максвелла [1]; мы будем придерживаться также принятых в ней терминологии и обозначений. В табл. 2 приведены начальные оценки элементов матрицы нагрузок $L'_{(1)}$ размера 1×6 , найденные центроидным методом, и результаты итеративного улучшения их по методу «максимального правдоподобия».

Таблица 2.

Оценки «максимального правдоподобия» нагрузок для случая $k = 1$

Показатели	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Начальные оценки $L'_{(1)} = l'_{(1)}$	-0,943	-0,796	0,853	0,888	0,912	0,849
Первая итерация $l'_{(2)}$	-0,943	-0,802	0,847	0,890	0,911	0,845
Вторая итерация $l'_{(3)}$	-0,943	-0,803	0,845	0,890	0,910	0,845

После двух итераций достигнута хорошая сходимость оценок факторных нагрузок. Вклад простого фактора f_1 в суммарную дисперсию всех шести переменных

$$\frac{100}{p} \sum_{i=1}^p l_{i1}^2 = 76,4\%.$$

Чтобы проверить высказанную нами нулевую гипотезу H_0 , вычислим матрицу остаточных корреляций после исключения одного простого фактора f_1

$$A - LL' = \begin{vmatrix} 0,111 & 0,034 & 0,048 & 0,009 & 0,002 & -0,044 \\ 0,034 & 0,355 & 0,039 & 0,001 & 0,054 & -0,042 \\ 0,048 & 0,039 & 0,286 & 0,009 & 0,119 & -0,065 \\ 0,009 & 0,001 & 0,009 & 0,208 & -0,003 & 0,026 \\ 0,002 & 0,054 & 0,119 & -0,003 & 0,172 & -0,073 \\ -0,044 & -0,042 & -0,065 & 0,026 & -0,073 & 0,286 \end{vmatrix}, \quad (3)$$

где $L' = l'_{1(3)}$.

Диагональные элементы матрицы (3) являются оценками v_i дисперсий случайных величин e_i и составляют матрицу V . В качестве критерия значимости матрицы (3) можно использовать χ^2 -критерий

$$\chi^2 = n' \sum_{i < j} \frac{(a_{ij} - c_{ij})^2}{v_i v_j} = 9,8, \quad (4)$$

где $\{c_{ij}\} = C = LL' + V$; $\{a_{ij}\} = A$; $n' = n - \frac{1}{6}(2p + 5) - \frac{2}{3}k$
(n — объем выборки; в нашей задаче $n = 16$).

При числе степеней свободы $f = 0,5 [(p - k)^2 - (p + k)] = 9$ и уровне значимости $\alpha = 0,05$ табличное значение $\chi^2_{\alpha}(f)$ равно 16,9. Поскольку $\chi^2 < \chi^2_{\alpha}(f)$, гипотеза H_0 не отвергается, то есть факторная модель (1) позволяет удовлетворительно объяснить корреляционную структуру матрицы A при $k = 1$. Несмотря на это, было решено перейти к модели с двумя простыми факторами ($k = 2$), так как некоторые из остатков в матрице (3), пожалуй, не очень малы.

Таблица 3

Оценки «максимального правдоподобия» нагрузок
для случая $k = 2$

Показатели	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Начальные оценки $L'_{(1)}$						
$l'_{1(1)}$	-0,943	-0,796	0,853	0,888	0,912	0,849
$l'_{2(1)}$	-0,079	-0,135	-0,263	0,043	-0,290	0,251
Первая итерация $l'_{1(2)}$	-0,937	-0,789	0,868	0,884	0,936	0,833
$l'_{2(2)}$	-0,151	-0,232	-0,275	0,079	-0,219	0,331
Вторая итерация $l'_{1(3)}$	-0,936	-0,787	0,874	0,882	0,940	0,831
$l'_{2(3)}$	-0,193	-0,265	-0,301	0,095	-0,241	0,381
Третья итерация $l'_{1(4)}$	-0,935	-0,782	0,880	0,878	0,948	0,827
$l'_{2(4)}$	-0,194	-0,252	-0,263	0,101	-0,211	0,375

В табл. 3 приведена матрица начальных оценок факторных нагрузок $L'_{(1)}$ размера 2×6 и результаты итеративного улучшения оценок. После трех итераций достигнута удовлетворительная сходимость значений. Простым фактором f_1 выделяется $\frac{100}{6} \sum_{i=1}^6 l'_{i1} = 76,9\%$ суммарной

дисперсии всех переменных, фактором f_2 — соответственно $\frac{100}{6} \sum_{i=1}^6 l_{i2}^2 =$

$= 6,1\%$. Двухфакторная модель, таким образом, объясняет $76,9 + 6,1 = 83,0\%$ дисперсии переменных.

Дальнейшее улучшение оценок факторных нагрузок тесно связано с возможностью интерпретации простых факторов. При $k > 1$ факторы f_r и нагрузки l_{ir} в выражении (1) определяются с точностью «до вращения»; они могут быть заменены любым ортогональным преобразованием, выбор которого не формализован и полностью зависит от природы простых факторов.

Фактор f_1 , по-видимому, с достаточной уверенностью можно отождествить с содержанием лигнина в целлюлозе; в пользу этого свидетельствует высокая корреляция между жесткостью целлюлозы и ее механическими показателями. Тогда ортогональное преобразование матрицы $L = \| l_{1(4)} \ l_{2(4)} \|$ следует выполнить таким образом, чтобы нагрузка l_{21} простого фактора f_1 в переменной x_2 была наибольшей.

Рассмотрим график, осями которого служат простые факторы, а координатами точек — факторные нагрузки в соответствующих переменных (рис. 1). Чтобы выполнить условие максимизации l_{21} , повернем

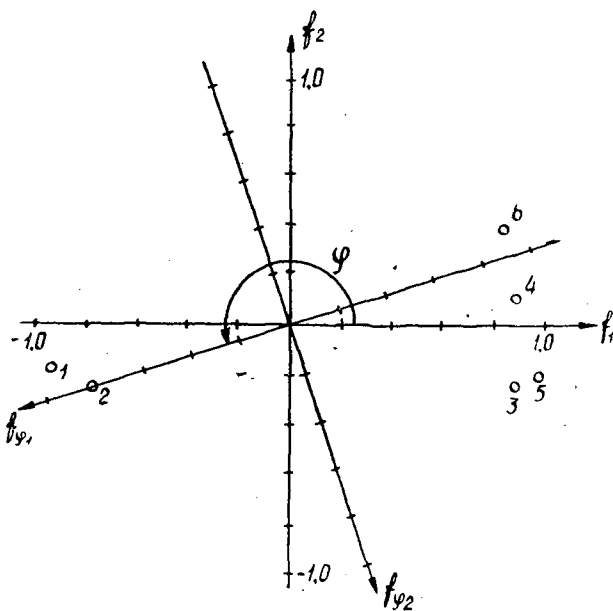


Рис. 1.

оси на угол φ до совмещения положительного направления оси f_1 с точкой 2. Соответствующее ортогональное преобразование матрицы L в матрицу L_φ выполняется с помощью матрицы поворота

$$P_\varphi = \begin{vmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \\ -\sin \varphi & \cos \varphi \end{vmatrix},$$

где $\operatorname{tg} \varphi = \frac{l_{22}}{l_{21}} = 0,322$; $\varphi = 197^\circ 51'$.

После выполнения указанных операций окончательно имеем

$$L'_\varphi = (LP_\varphi)' = \begin{vmatrix} 0,949 & 0,821 & -0,758 & -0,867 & -0,839 & -0,902 \\ -0,101 & 0,000 & 0,520 & 0,163 & 0,491 & -0,104 \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Нагрузки простого фактора f_2 в переменных x_3 и x_5 достаточно велики и оправдывают переход (вопреки формальным соображениям) к двухфакторной модели. Природа первого простого фактора f_1 нами обсуждалась выше. Интерпретация второго фактора f_2 пока затруднительна. Этот фактор не зависит от выхода и жесткости целлюлозы и практически не влияет на дисперсии переменных x_4 и x_6 , однако вносит ощутимый вклад в дисперсии x_3 и x_5 : увеличение f_2 приводит к повышению разрывной длины и сопротивления продавливанию.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. Лоули, А. Максвелл. Факторный анализ как статистический метод. Изд-во «Мир», М., 1967. [2]. Р. З. Пен, Л. Г. Хаустова, Г. М. Иоффе. Целлюлоза из древесины лиственницы. Сульфатная варка даурской лиственницы. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1970.

Поступила 22 апреля 1969 г.

УДК 632.95

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ АНТИСЕПТИКОВ ПО ВЕРОЯТНОСТИ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

В. А. СЕЛЕЦКАЯ, Д. А. БЕЛЕНКОВ

Уральский лесотехнический институт

Метод оценки токсичности антисептиков для дереворазрушающих грибов по вероятности защиты древесины [1] основан на предположении, что любой дозе антисептика соответствует определенная вероятность защиты древесины от разрушения данным видом гриба.

При увеличении количества антисептиков изменение вероятности защиты древесины происходит по S-образной кривой, внешне сходной с интегральной функцией нормального распределения. Это позволяет трансформировать S-образные кривые эффекта действия антисептика в графики прямых линий [4], которые более удобны для интерпретации опытных данных. Выбрав наиболее выгодный уровень вероятности защиты древесины [2], по графикам пробитированных кривых эффекта определяют дозу антисептиков, обеспечивающую заданный уровень вероятности защиты древесины [4].

Токсичность антисептиков можно оценивать, сравнивая их количества, обеспечивающие одинаковый уровень вероятности защиты древесины. Тот антисептик, которого потребуется меньше, имеет более высокую токсичность.

Метод оценки токсичности антисептиков по вероятности защиты древесины позволяет решить сложную задачу оценки токсичности комбинированных антисептиков. При совместном применении нескольких химических соединений могут наблюдаться разные случаи проявления токсичности комбинированного антисептика: антагонизм, аддитивное действие и синергизм.

Испытания токсичности комбинированного антисептика с аддитивным действием, то есть когда токсичность смеси является простой сум-

мой токсичностей входящих в него компонентов, можно рассматривать как независимое совместимое событие.

Предположим, что входящее в состав комбинированного антисептика количество препарата A имеет вероятность защиты $P(A)$, а препарата B — соответственно $P(B)$. Если оба эти препарата в тех же количествах ввести в древесину и если известно, что они действуют самостоятельно без взаимного влияния и не вступают между собой в реакцию, то есть наблюдается аддитивное совместное действие, то вероятность $P(A+B)$ защиты древесины комбинированным антисептиком можно вычислить по формуле теоремы сложения вероятностей для независимых совместимых событий

$$P(A+B) = P(A) + P(B) - P(AB),$$

где $P(AB)$ — вероятность защиты древесины обоими компонентами A и B одновременно.

Это можно представить себе так. Из серии однородных образцов, пропитанных смесью антисептиков A и B , одна их часть защищена препаратом A , другая — препаратом B , соответственно их вероятностям защитного действия, а третья часть образцов — обоими этими компонентами вместе.

Если в эксперименте относительное количество защищенных образцов довольно хорошо совпадает с вероятностью защиты древесины, вычисленной из исходных данных по формуле сложения вероятностей для независимых совместимых событий, то это достаточно убедительно доказывает, что в данном комбинированном антисептике входящие в его состав компоненты имеют аддитивное действие. Если после испытания эмпирическая вероятность защиты древесины комбинированным антисептиком значительно больше определенной по формуле, то это свидетельствует о наличии синергетического эффекта в действии компонентов смеси. В том случае, когда эмпирическая вероятность значительно меньше вычисленной, наблюдается явление антагонизма компонентов смеси.

Для комбинированных антисептиков, состоящих из трех и более компонентов, подобные расчеты можно произвести по формуле теоремы сложения вероятностей для соответствующего числа независимых совместимых событий.

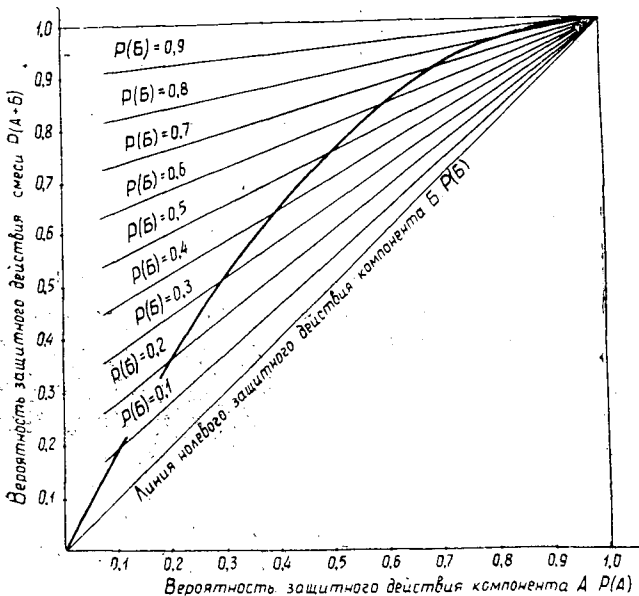


Рис. 1.

Вероятность защитного действия комбинированного антисептика (для простой суммы токсичности компонентов) можно определить по специально составленной номограмме.

На рис. 1 изображена номограмма для определения вероятности защиты древесины комбинированным антисептиком, состоящим из двух компонентов, по вероятности защиты древесины каждым компонентом. Кривая на номограмме показывает предполагаемую вероятность защиты древесины комбинированным антисептиком, состоящим из двух компонентов, в случае аддитивного действия и одинаковой вероятности защиты древесины каждым компонентом в отдельности.

Таблица 1

Содержание в древесине сухой смеси, %	Опытная вероятность защиты древесины смесью	Содержание сухого антисептика в древесине, %	Вероятность защиты древесины компонентами смеси	Вычисленная вероятность защиты древесины смесью
0,01	0,33	$\frac{0,002}{0,008}$	$\frac{0,03}{0,10}$	0,13
0,02	0,50	$\frac{0,004}{0,016}$	$\frac{0,07}{0,20}$	0,26
0,04	0,95	$\frac{0,008}{0,032}$	$\frac{0,10}{0,80}$	0,82
0,06	0,99	$\frac{0,012}{0,048}$	$\frac{0,20}{0,96}$	0,97

Примечание. В числителе данные для фтористого натрия; в знаменателе — для кремнефтористого натрия.

Методом, описанным ранее [1], нами была испытана токсичность комбинированного антисептика, состоящего из смеси фтористого и кремнефтористого натрия в пропорции 1:4. Результаты приведены в табл. 1. На рис. 2 представлены пробитированные кривые эффекта действия этой смеси на пленчатый домовый гриб.

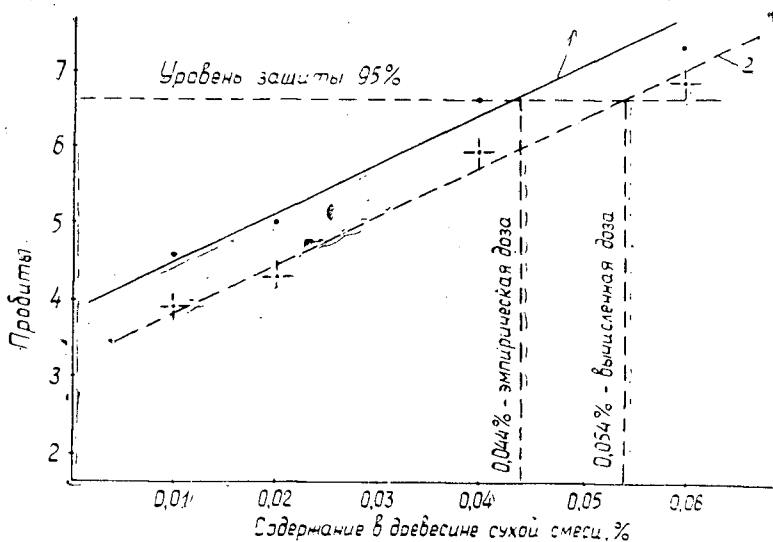


Рис. 2.

1 — экспериментальные данные; 2 — вычисленные данные.

Экспериментальные данные показывают, что вероятность защиты древесины смесью фтористого и кремнефтористого натрия в пропорции 1:4 выше, чем ожидаемая вероятность, вычисленная по формуле сложения вероятностей. Это значит, что данная смесь обладает синергетическим эффектом.

Для достижения 95%-ного уровня защиты древесины от поражения пленчатым домовым грибом в нее следует ввести 0,044% сухой смеси к весу сухой древесины. Если предположить аддитивное действие компонентов смеси, то по графику (рис. 2) количество сухой смеси должно быть равно 0,054%.

Токсичность комбинированных антисептиков по вероятности защиты древесины можно оценить не только путем построения расчетной и экспериментальной пробитированных кривых эффекта и их сравнения, но и путем сравнения вероятности защиты древесины одинаковыми количествами антисептиков в чистом виде и в виде смесей.

По данным В. Н. Петри [5], смесь фтористого и кремнефтористого натрия имеет синергетический эффект в пропорциях 1:4 и 4:1. Токсичность фтористого и кремнефтористого натрия для пленчатого домового гриба практически одинакова [3]. Следовательно, в случае аддитивного действия этих смесей их токсичность должна быть равна токсичности фтористого и кремнефтористого натрия.

Нами был проделан следующий опыт. Методом определения вероятности защиты древесины [1] была оценена токсичность фтористого и кремнефтористого натрия и их смесей в пропорции 1:4 и 4:1. Результаты опыта, приведенные в табл. 2, показывают, что фтористый и кремнефтористый натрий не имеют различий по токсичности для пленчатого домового гриба, так как вероятности защиты древесины близки (концентрация раствора антисептика во всех случаях 0,025%).

Таблица 2

Антисептик	Содержание сухого антисептика, % к весу абс. сухой древесины	Вероятность защиты древесины от разрушения пленчатым домовым грибом по сериям испытаний	
		1	2
Фтористый натрий	0,04325	0,66	0,71
Кремнефтористый натрий	0,04325	0,70	0,63
Смесь фтористого натрия с кремнефтористым натрием в пропорции 1:4	0,04325	0,90	0,86
Смесь фтористого натрия с кремнефтористым натрием в пропорции 4:1	0,04325	0,86	0,82

Смесь фтористого натрия и кремнефтористого натрия в пропорциях 1:4 и 4:1 более токсична для пленчатого домового гриба, так как вероятности защиты древесины смесью выше. В данном случае также проявляется синергетический эффект.

Таким образом, метод оценки токсичности антисептиков для дереворазрушающих грибов по вероятности защиты древесины позволяет оценивать токсичность комбинированных антисептиков.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. А. Беленков. Метод оценки токсичности антисептика по вероятности защиты древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1966. [2]. Д. А. Беленков. К обоснованию наиболее выгодного уровня вероятности защиты древесины для оценки токсичности антисептиков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966. [3]. Д. А. Беленков. Сравнительная токсичность фтористого и кремнефтористого натрия. ИВУЗ, «Лесной

журнал» № 2, 1967. [4]. Д. А. Беленков. О применимости пробит-анализа для оценки токсичности антисептиков на древесине. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1968. [5]. В. Н. Петри. Новые пути повышения активности антисептиков, 1953.

Поступила 26 ноября 1970 г.

УДК 634.0.865

К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ ПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК

ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ УЧАСТИЯ КОМПОНЕНТОВ ДРЕВЕСИНЫ В РЕАКЦИИ С СОПОЛИМЕРОМ СТИРОЛА И МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА

В. Н. ВИХРЕВА, Л. Н. НАТКИНА, Н. Я. СОЛЕЧНИК

Ленинградская лесотехническая академия

В предыдущих наших работах [2], [3] было показано, что при радикальной сополимеризации стирола с малеиновым ангидридом в присутствии древесины березы происходит взаимодействие образующегося сополимера с ее компонентами, в частности, с углеводной частью древесины и с лигнином. Представляло интерес выяснить степень участия различных компонентов древесины в реакции с сополимером стирола и малеинового ангидрида.

Учитывая морфологическую структуру древесины и распределение химических веществ в оболочке, можно предположить, что в условиях нашего опыта [2] едва ли происходит значительное физическое, а тем более химическое изменение клетчатки; реакция протекает в безводной среде, и образующийся сополимер вследствие высокого молекулярного веса, а также «осложненный» пространственно еще и полистирольным «хвостом», не проникает в сколько-нибудь значительном количестве к целлюлозной части древесины, а взаимодействует только с доступными гидроксильными группами, расположенными на поверхности древесных волокон. Изучение доступности гидроксильных групп дейтерированием показало, что в природных целлюлозах, например, хлопковой и древесной, доступность ОН-групп равна 30—50%, в холоцеллюлозе из древесины и в древесине она составляет 50—60%; березовый ксилан дейтерируется полностью [5].

Вероятнее всего, в нашем случае имеет место этерификация гидроксильных групп гемицеллюлозной части древесины (в частности, ксилана) ангидридными группами образующегося сополимера в кислые, а также нейтральные эфиры. Мы определили, что количество гемицеллюлоз, переходящих в 5%-ный раствор щелочи, для модифицированных образцов березовых опилок ниже, чем для исходных (табл. 1). Это,

Таблица 1

Изменение веса системы древесина — сополимер после обработки 5%-ным раствором едкого натра

Соотношение мономеров в исходной смеси, %		Привес, %	Количество веществ, перешедших в раствор, %
стирол	малеиновый ангидрид		
95	5	35,7	16,1
90	10	35,5	16,3
75	25	39,5	10,6
50	50	40,3	13,7
Исходные березовые опилки		—	24,0

по-видимому, указывает на участие гемицеллюлоз в реакции взаимодействия с сополимером. Гидролизом полисахаридной части древесины с последующей экстракцией освободившегося сополимера (о чем свидетельствует растворимость его в ацетоне после гидролиза) было определено, что количество присоединившегося к гемицеллюлозной части древесины сополимера составляет 4—8% в зависимости от содержания малеинового ангидрида в исходной смеси мономеров [3].

Несомненно, что лигнин, располагающийся главным образом в первичной оболочке и межклеточном веществе, из-за своего химического строения не может оставаться инертным при проведении в его присутствии радикальной сополимеризации стирола с малеиновым ангидридом, инициируемой перекисью бензоила.

Лигнин содержит фенольные и алифатические гидроксильные группы, а следовательно, некоторые из них могут быть этерифицированы образующимся сополимером. В этой связи необходимо получить данные о природе возможного взаимодействия лигнина с сополимером стирола и малеинового ангидрида.

Проведенные ранее исследования [3] показали, что при обработке пресскомпозиций серной кислотой в условиях, обеспечивающих полный гидролиз полисахаридной части, количество сополимера, присоединившегося к лигнину, колеблется от нескольких долей процента до 21,3% в зависимости от содержания малеинового ангидрида в исходных смесях. В настоящей работе мы приводим некоторые экспериментальные данные, полученные в ходе дальнейших исследований.

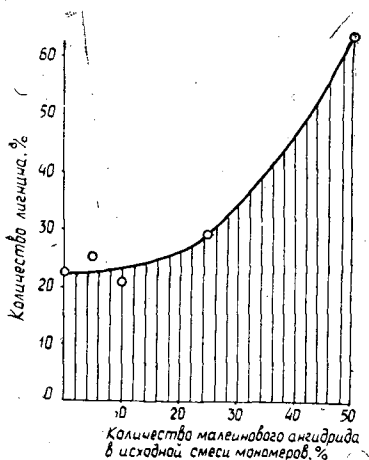


Рис. 1. Содержание лигнина в пресскомпозициях в зависимости от количества малеинового ангидрида в исходной смеси компонентов.

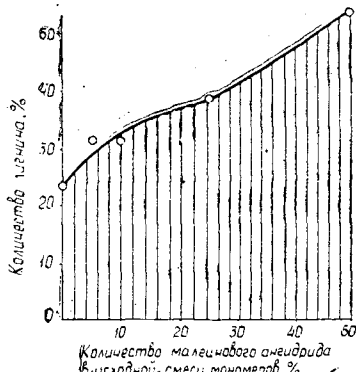


Рис. 2. Содержание лигнина в не растворимых в щелочи остатках пресскомпозиций в зависимости от количества малеинового ангидрида в исходной смеси компонентов.

Было замечено, что при выделении лигнина из пресскомпозиций количество веществ, определяемых как лигнин, превышает его содержание в исходных березовых опилках и увеличивается с возрастанием количества малеинового ангидрида, добавляемого в исходную смесь мономеров (рис. 1). Параллельно было показано, что при используемой методике выделения лигнина (по Класону в модификации Комарова) сополимер не определяется как лигнин древесины и увеличение содержания лигнина свидетельствует о химическом взаимодействии лигнина с сополимером и образовании соединений, определяемых как лигнин.

После экстракции щелочью закономерность остается прежней (рис. 2): количество лигнина растет с увеличением содержания малеинового ангидрида в смесях, хотя сам сополимер может растворяться в разбавленных щелочных растворах [8]. Мы вправе считать, что при проведении радикальной сополимеризации стирола с малеиновым ангидридом в присутствии древесины березы происходит взаимодействие образующегося сополимера с лигнином древесины.

Однако данные, представленные в таком виде, не отражают химизма процесса взаимодействия лигнина и сополимера. Известно, что по изменению функциональных групп гидроксилсодержащего компонента можно составить представление о глубине взаимодействия его с карбоксилсодержащим компонентом. В этой связи было определено, как влияет обработка березовых опилок смесью стирола и малеинового ангидрида (при различных соотношениях последних) на количество ОН-групп лигнина. Определение спиртовых гидроксильных групп лигнина [1] и фенольных гидроксидов [6] показало, что количество тех и других уменьшается в процессе приготовления пресскомпозиций, причем с увеличением содержания малеинового ангидрида в смеси мономеров количество определяемых гидроксильных групп снижается интенсивнее.

Полученные данные позволили сделать вывод, что в реакции компонентов древесины с сополимером стирола и малеинового ангидрида участвуют ОН-группы лигнина, вероятнее всего, по реакции этерификации с карбоксильными группами сополимера.

Однако наличие двойных связей в лигнине и использование в реакции малеинового ангидрида, способного вступать в реакции, характерные для соединений с двойными связями, не дает возможности отнести процент присоединившегося к лигнину сополимера без дополнительных исследований только на счет реакции этерификации. Мы ставили своей задачей выяснить вопрос, имеет ли место какой-либо другой механизм присоединения сополимера к лигнину, кроме этерификации, при получении пресскомпозиции. И пришли к выводу, что с сополимером стирола и малеинового ангидрида лигнин взаимодействует только по реакции этерификации, при взаимодействии с малеиновым ангидридом имеет место и другой характер присоединения.

Методика исследования. Исходные березовые опилки обрабатывали малеиновым и янтарным ангидридами в таких же условиях, при которых была получена связь компонентов древесины с сополимером. Янтарный ангидрид был выбран исходя из того, что он вступает в реакцию этерификации таким же образом, как и малеиновый ангидрид, но не может присоединяться по двойным связям. По окончании реакции полученные продукты отмывали от непрореагировавших ангидридов и остаток высушивали до постоянного веса. Чтобы обеспечить сходимость результатов, следует точно соблюдать условия опыта. Не растворимый в воде остаток обрабатывали 5%-ным раствором едкого натра, фильтровали, промывали до нейтральной реакции и высушивали. После обработки водой и щелочью в остатках определяли содержание лигнина по Класону в модификации Комарова. Соответствующие опыты проводили также с остатком пресскомпозиций после последовательной экстракции их бензолом и ацетоном. При выделении лигнина из пресскомпозиций дополнительно проводили экстракцию ацетоном сополимера, освободившегося в результате гидролиза полисахаридов.

Эксперименты показали, что ангидриды янтарной и малеиновой кислот ведут себя различно (рис. 3, а, б). При реакции компонентов древесины с янтарным ангидридом наблюдается значительное прибавление в весе. Реакция компонентов древесины березы с малеиновым ангидридом дает другую картину. После кипячения продуктов реакции с водой сразу же резко падает вес древесины. Малеиновая кислота значительно сильнее янтарной [7], в результате чего при кипячении с водой продуктов взаимодействия компонентов древесины с малеиновым ангидридом имеет место скорее мягкий кислотный гидролиз,

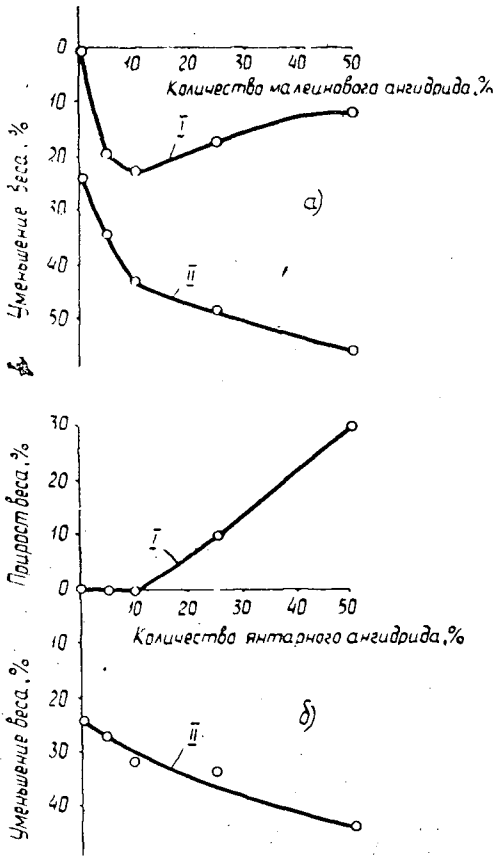


Рис. 3. Взаимодействие компонентов древесины березы с ангидридами.

а — малеиновым; б — янтарным.
I — изменение веса после обработки водой; II — изменение веса после обработки 5%-ной щелочью.

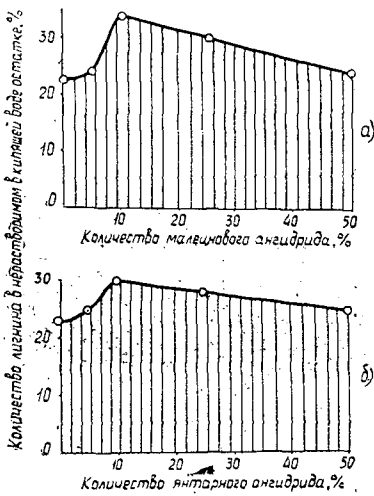


Рис. 4. Содержание лигнина в композициях, полученных обработкой березовых опилок различными количествами ангидрида.

а — малеинового и б — янтарного (после обработки композиций водой); в — малеинового и г — янтарного (после обработки композиций щелочью).

чем простая экстракция водой. После обработки продуктов реакции 5%-ным раствором едкого натра в том и другом случаях вес древесины падает, по-видимому, вследствие удаления части гемицеллюлоз и древесной камеди.

Препараты лигнина, выделенные из продуктов взаимодействия компонентов древесины с малеиновым и янтарным ангидридами, дают примерно одинаковую картину реакции (рис. 4, а, б). Поскольку в разбавленной щелочи природный лигнин почти не растворяется [9], он не должен сильно терять в весе после щелочной обработки. Однако, как видно из рис. 4, в, г, лигнины, выделенные после обработки продуктов реакции компонентов древесины с ангидридами 5%-ным раствором едкого натра, ведут себя различно. Из древесины, обработанной ангидридом, лигнин едва ли удаляется при обработке ее щелочью. Количество его достаточно велико и почти не меняется с возрастанием добавки янтарного ангидрида к древесине. Лигнин, выделенный из древесины, обработанной малеиновым ангидридом, ведет себя иначе. Промывная вода коричневая и содержит, вероятно, значительное количество лигнина. Уже при добавке 10% малеинового ангидрида к древесине получают продукты, содержащие лишь незначительное количество лигнина. Как видно из рис. 3, в, количество лигнина в не растворимом в щелочи остатке уменьшается с увеличением добавки малеинового ангидрида к исходной древесине. Такую сильную растворимость продукта в щелочи можно объяснить скоплением гидрофильных карбоксильных групп. Вероятнее всего, при обработке древесины березы малеиновым ангидридом, кроме того, что происходит реакция этерификации, образуются кислые продукты присоединения, которые извлекаются щелочью.

Явление повышенной растворимости в щелочи продуктов взаимодействия лигнина с малеиновым ангидридом наблюдали и другие исследователи [10], [11].

Опыты были поставлены нами с тем, чтобы показать, что при реакции взаимодействия компонентов древесины березы с сополимером стирола и малеинового ангидрида получается картина, сходная с реакцией взаимодействия компонентов древесины с янтарным ангидридом (рис. 1, 2, 3 и 5). Это дает возможность считать, что при проведении радикальной полимеризации стирола с малеиновым ангидридом в присутствии древесины березы происходит взаимодействие образующегося сополимера с лигнином по реакции этерификации гидроксильных групп лигнина; своими двойными связями малеиновый ангидрид взаимодействует только со стиролом.

Как известно, основным компонентом смол лиственных пород древесины (береза, тополь) являются жирные кислоты, представляющие

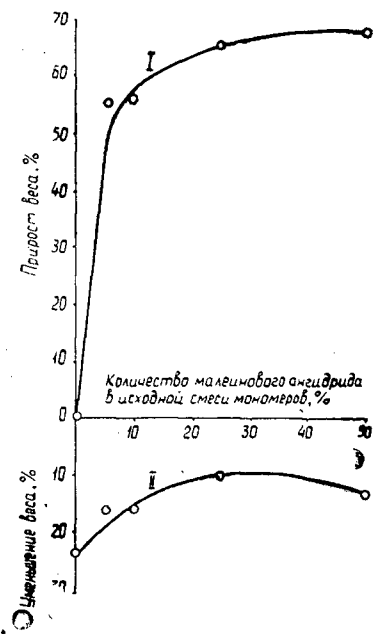


Рис. 5. Взаимодействие компонентов древесины березы с сополимером стирола и малеинового ангидрида.

I — изменение веса системы древесины — сополимер после обработки водой;

II — то же после обработки щелочью.

собой, в основном, ненасыщенные кислоты с преобладанием линолевой, имеющей две двойные связи [4]. Исходя из этого, можно предположить, что эти кислоты играют не пассивную роль в реакции с малеиновым ангидридом. Однако, как показывают литературные данные, только высокая температура этерификации (220—250°) и сравнительно продолжительное время (8 час) способствуют протеканию реакции между двойными связями жирных кислот и малеинового ангидрида [12]. Предполагаемый механизм присоединения стирола к кислоте также осуществляется при высокой температуре 160—300° [8].

Следовательно, при проведении радикальной сополимеризации стирола и малеинового ангидрида в присутствии древесины березы происходит взаимодействие образующегося сополимера с гемцеллюлозной частью древесины и с лигнином по реакции этерификации гидроксильных групп.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, Е. Д. Гельфанд, М. Ф. Берензон. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1963, стр. 152—154. [2]. В. Н. Вихрева, Л. Н. Наткина. Материалы научно-технической конференции ХТФ ЛТА, ч. II, 1968. [3]. В. Н. Вихрева, Л. Н. Наткина, Н. Я. Солечник. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1970. [4]. М. И. Иванов, Н. Л. Косович, С. С. Малевская и др. Смолистые вещества древесины и целлюлозы. Изд. «Лесная промышленность», М., 1968, 338, 343. [5]. В. М. Скачков, В. И. Шарков. Материалы научно-технической конференции ЛТА, Л., 1967, стр. 34. [6]. К. И. Сысков, Т. А. Кухаренко. Заводская лаборатория, XIII, № 1, 1947, стр. 25. [7]. А. Е. Чичибабин. Основные начала органической химии. Т. I, Госхимиздат, М., 1954. [8]. Г. Шампетье, Г. Рабатэ. Химия лаков, красок и пигментов. Госхимиздат, М., 1960, стр. 390, 69. [9]. Л. Э. Уайз. Химия древесины. Гослесбумиздат, т. I, 1960, стр. 357. [10]. H. Pauly. Ber., 81, 392, 1948. [11]. W. Sandermann. Svensk Papperstidning, 15, 1949, 365—370. [12]. Stanek Jiri, Hires Jugoslav. Chem. prumysl., 18, № 1, 1968, 26—29, РЖ «Химия», 1969, 2С320П.

Поступила 10 июля 1970 г.

УДК 666.94/98

ВЛИЯНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЦЕССЫ ТВЕРДЕНИЯ ЦЕМЕНТА

И. М. БОХОВКИН, Г. А. ЕВСЕЕВ, Н. П. КОВАЛЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

Цемент как вяжущий материал все шире применяется при закреплении грунтов, изготовлении арболита и т. п. [1], [2], [4]. В грунтах и древесных отходах, которые используются как заполнители, содержится значительное количество водорастворимых органических веществ, отрицательно влияющих на процессы твердения цемента. [5], [6]. По нашим данным, общее количество этих веществ в суглинках заторфованных может достигать 5,6%, в супесях 1,4%, в лиственной древесине 3%, в хвойной — 2%.

Цель нашей работы — установить степень влияния водорастворимых органических веществ на процессы твердения цемента и определить пути устранения вредного влияния экстрактивных веществ на процессы кристаллообразования.

Чтобы выявить характер кристаллообразования системы портландцемент — водорастворимые органические вещества — вода, мы изготовляли образцы из смеси опилок ели, цемента и дистиллированной воды. Через 1, 3 и 15 час, а также через 1, 3 и 7 суток из гидратированных образцов брали пробы, которые подвергали ультразвуку-

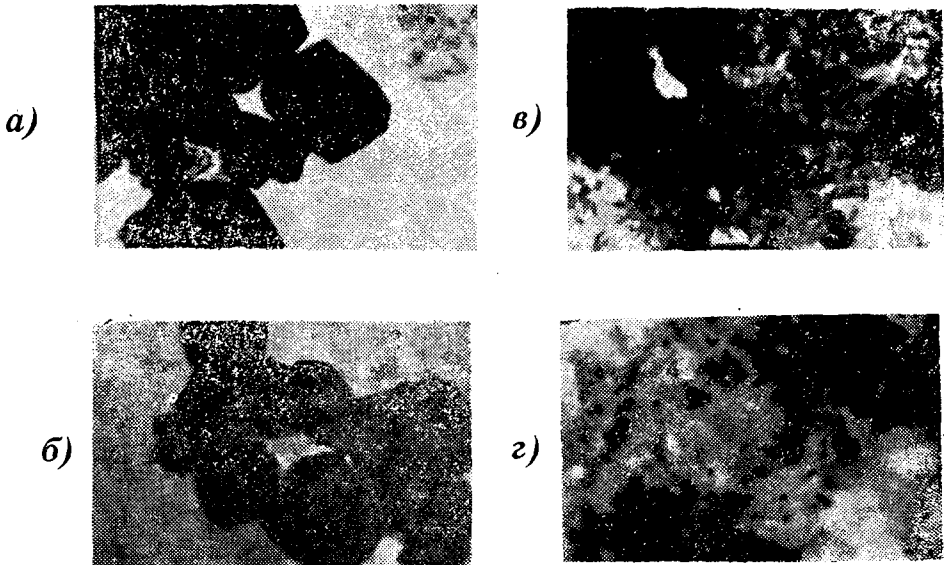


Рис. 1. Электронные микроснимки препаратов портландцемента.

a, б — гидратированного в нормальных условиях; *в, з* — такого же с добавкой экстрактивных веществ в количестве 1% от веса цемента. Время гидратации 1 сутки (увелич. в 10 000 раз).

вой диспергации в течение 10 мин. Из полученной эмульсии готовили препараты, которые просматривали затем на электронном микроскопе (рис. 1, *a, б, в, з*).

Как показали исследования, портландцементное тесто, гидратированное совместно с опилками в течение одного часа, не проявляет склонности к кристаллообразованию. Отдельные частицы опилок окружены негидратированными зернами цемента и только в некоторых случаях около опилок заметны мелкие кубические кристаллы, которые можно отнести к наиболее устойчивой к указанным органическим веществам форме — кубическому гидроалюминату кальция. В то же время у портландцемента, затворенного дистиллированной водой без добавления опилок, наблюдаются кристаллы в форме параллелепипедов, а также гексагональной и шарообразной форм. Последние можно отнести к $\text{Ca}(\text{OH})_2$. В этом возрасте встречаются также негидратированные частицы. Через три часа кристаллов становится больше, появляются скопления шаровидных частиц; наряду с крупными кристаллами видны скопления мелких.

У препаратов, приготовленных из образцов портландцемента, гидратированного с опилками и добавкой водорастворимых органических веществ, процесс кристаллообразования резко замедляется. Так, в возрасте 7 и 15 час у портландцемента, гидратированного в нормальных условиях, наблюдается дальнейший рост кристаллов, образование агрегатов, а у портландцементного теста, затворенного с опилками и органическими добавками, таких свойств нет; появляются скопления мелких кристаллов, которые группируются у поверхности опилок; часто встречаются негидратированные зерна портландцемента (рис. 2, *a*).

Но процесс гидролиза и гидратации портландцемента в присутствии органических веществ не прекращается полностью. В возрасте трех суток наряду с мелкими новообразованиями с расплывчатой формой граней появляются крупные сферолиты, окруженные ободком из тонкодисперсных полупрозрачных образований. Гексагональные:

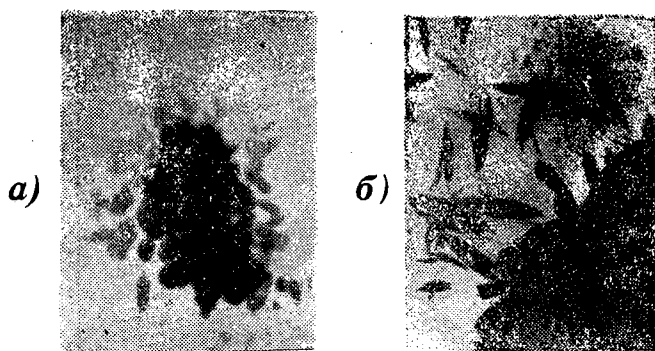


Рис. 2. Электронные микроснимки препаратов портландцемента, затворенного с водой и опилками ели.

а — время гидратации 15 час (увелич. в 10 000 раз); б — время гидратации 3 суток (увелич. в 13 333 раза).

кристаллы, которые можно отнести к трехкальциевому гидроалюминату, также окружены полупрозрачной пленкой, окутаны ею. Углы этих кристаллов как бы размыты, сглажены. Кроме того, наблюдались кристаллы в форме параллелепипедов и кубов с резко очерченными гранями. Наряду с кристаллообразованиями наблюдались участки с характерным аморфным состоянием, отдельные мелкие и трубчатые образования и агрегатные состояния в виде снежинок.

В возрасте 3 суток у портландцемента, гидратированного в присутствии органических веществ, процесс кристаллообразования сравнительно нормализуется, встречается много кубов и параллелепипедов, а также кристаллов гексагональной формы. Хотя углы последних кристаллов сглажены, но их стало больше и размеры их увеличились. Наблюдается большое скопление агрегатов и сферолитов, встречаются также опилки, окруженные кристаллами в виде сигар с расщепленными концами (рис. 2, б).

Влияние водорастворимых органических веществ на процесс твердения портландцемента мы проверяли также путем определения адгезии древесины и цемента.

С этой целью проводили опыты по определению величины сцепления древесины с цементным тестом в возрасте 1 и 28 суток, испытывая склеенные цементным тестом пластинки древесины ели на отрыв (площадь склеивания 100 см^2).

Исследования показали, что образцы — пластинки из древесины ели, предварительно вымоченные в дистиллированной воде и склеенные цементным тестом нормальной густоты, в возрасте одних суток не оказывают видимого сопротивления при испытании их на отрыв, однако к 28 дням твердения образцов величина адгезии достигает $0,15 \text{ кгс/см}^2$. Пропитка пластин 10% -ным раствором хлористого кальция приводит к увеличению адгезии во все сроки твердения; так, в возрасте одних суток величина адгезии составила $0,05 \text{ кгс/см}^2$, а через 28 дней — $0,27 \text{ кгс/см}^2$. Пластины, обработанные 10% -ным раствором сахарозы, не оказали видимого сопротивления на отрыв во все сроки твердения. Пропитка пластин 10% -ным раствором водорастворимых экстрактивных веществ уменьшила величину адгезии в такой степени, что лишь через 28 дней она стала равной $0,05 \text{ кгс/см}^2$.

Основная причина замедления процессов твердения цемента в присутствии органических водорастворимых веществ — связывание Ca^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} и других ионов активной органической составляющей с об-

разованием сахаратов, гуматов, фульватов. Это отрицательное влияние можно ослабить путем воздействия на среду углекислым газом [3].

Для выявления влияния среды CO_2 на процесс кристаллообразования цемента в присутствии органических водорастворимых веществ готовили цементное тесто нормальной густоты с добавками экстрактивных веществ и без них и после гидратации в течение одних суток пробы от этих образцов просматривали на электронном микроскопе.

Такое же сочетание образцов (с добавкой экстрактивных веществ и без них) помещали под стеклянный колпак, который погружали в ванну с масляным затвором, откуда выкачивался воздух и куда подавался углекислый газ в течение 6 час. После этого образцы выдерживали до суточного возраста, а приготовленные из них препараты исследовали.

Ввиду того, что цементное тесто с добавкой экстрактивных веществ обладает повышенной пластичностью (плотность его достаточно велика по сравнению, например, с арболитом), доступ углекислого газа в глубь образца затруднен. На поверхности такого образца, как правило, образуется корка гидратированного портландцемента (толщиной 2—3 мм), которая еще больше затрудняет диффузию углекислого газа. Поэтому мы отбирали пробы как из плотной гидратированной корки, так и из нижней части образца, мало подверженной гидратации.

Исследования показали, что портландцемент, гидратированный в нормальных условиях в возрасте одних суток, образует крупные и мелкие кристаллы кубической формы, сферолиты, встречаются и негидратированные зерна. Под воздействием углекислого газа образуется много сферолитов, встречаются и кристаллы кубической формы и гексагональные пластинки. Большое количество сферолитов можно отнести за счет образования CaCO_3 в процессе карбонизации.

Препараты, приготовленные из верхней гидратированной корки портландцементного теста с добавкой 1% экстрактивных веществ от веса цемента и обработанные в среде углекислого газа, показали, что в таких условиях образуется много сферолитов, кристаллов игольчатой

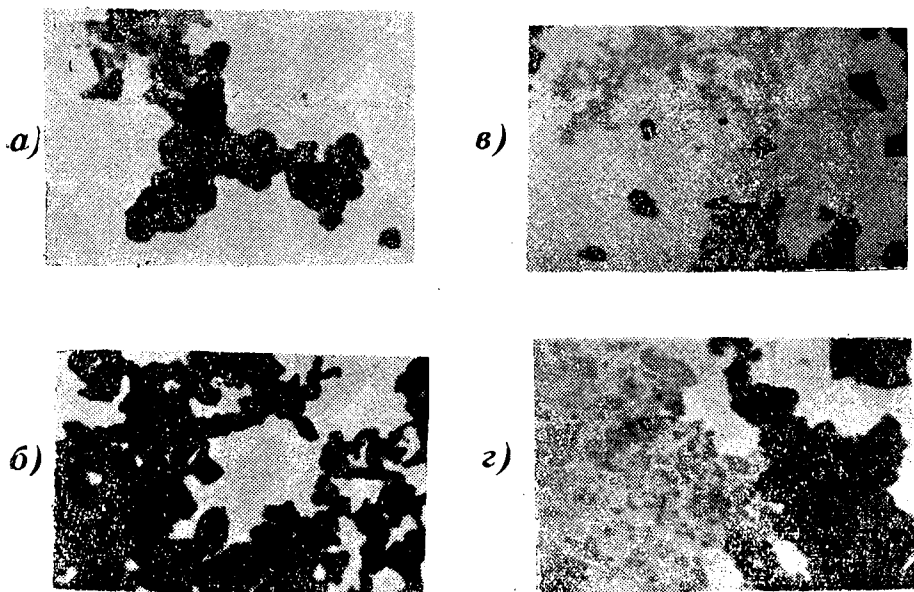


Рис. 3. Электронные микроснимки портландцемента, гидратированного в присутствии экстрактивных веществ в токе углекислого газа.

а, б — препараты приготовлены из гидратированной корки; в, з — из нижней малодоступной для CO_2 зоны образца. Время гидратации 1 сутки (увелич. в 10 000 раз).

и кубической формы, изредка встречаются тонкодисперсные образования. На электронных микроснимках препаратов, взятых от тех же образцов, но из зоны мало доступной для углекислого газа, обнаружены отдельные негидратированные зерна, окруженные тонкодисперсной массой, без кристаллических образований, хотя и встречаются разновидности кристаллов игольчатой и кубической формы (рис. 3).

Из исследований видно, что среда углекислого газа благотворно влияет на процессы твердения портландцементного теста в присутствии экстрактивных веществ высокой концентрации, но на поверхности образцов образуется плотная пленка, которая затрудняет диффузию углекислого газа внутрь образца, поэтому характер кристаллообразования здесь замедлен и во многом сходен с кристаллообразованием без подачи углекислого газа. Однако такого явления не следует опасаться у систем с большой пористостью, например, у арболита, поскольку цементное тесто покрывает древесный наполнитель слоем, толщина которого меньше 1 мм. Среда углекислого газа способствует и увеличению адгезии древесины и цемента. Так, в возрасте одних суток прочность при отрыве составила $0,18 \text{ кгс/см}^2$, а через 28 суток — уже $0,39 \text{ кгс/см}^2$. У контрольных образцов, не подвергавшихся обработке углекислым газом, величина адгезии в возрасте 1 и 28 суток составила соответственно $0,05$ и $0,27 \text{ кгс/см}^2$.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать обработку изделий из арболита и прунтов, закрепляемых портландцементом, в среде CO_2 , что приводит к увеличению их прочности.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. М. Безрук. Укрепление и уплотнение грунтов при транспортном строительстве в условиях Сибири. Материалы к пятому совещанию по закреплению и уплотнению грунтов. Новосибирск, 1966. [2]. Арболит. Под редакцией Г. А. Бужевича. Изд-во литературы по строительству, М., 1968. [3]. Г. А. Евсеев. Ускорение процессов твердения арболита в среде углекислого газа. Тезисы докладов на научно-технической конференции АЛТИ. Архангельск, 1969. [4]. П. Н. Ершов. Арболит. Гослесбумиздат, 1963. [5]. М. Н. Кононова. Органическое вещество почвы. Изд-во АН СССР, М., 1963. [6]. Н. М. Страхов. Историко-геологические типы осадконакопления. Известия АН СССР, № 2, 1946.

Поступила 4 мая 1970 г.

УДК 668.473

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОЛОВНОЙ ФРАКЦИИ ОТ РЕКТИФИКАЦИИ ТАЛЛОВОГО МАСЛА КОТЛАССКОГО ЦБК

А. Т. ОЛЕЙНИК, А. В. ШАГИН

Котласский ЦБК

Н. А. ИВАНОВ, В. Н. ПИЯЛКИН

Ленинградская лесотехническая академия

При переработке сырого таллового масла методами дистилляции или ректификации низкокипящие компоненты отбираются в виде головной фракции, выход которой составляет 7—10% от исходного сырья. Если учесть, что на Котласском комбинате по проекту должно перерабатываться около 14 тыс. т в год таллового масла, то головной фракции получится 1000—1400 т в год. В связи с этим возникла проблема изыскания путей квалифицированного использования головной фракции, а имеющиеся литературные данные о ее составе [2]—[11] носят отрывочный характер.

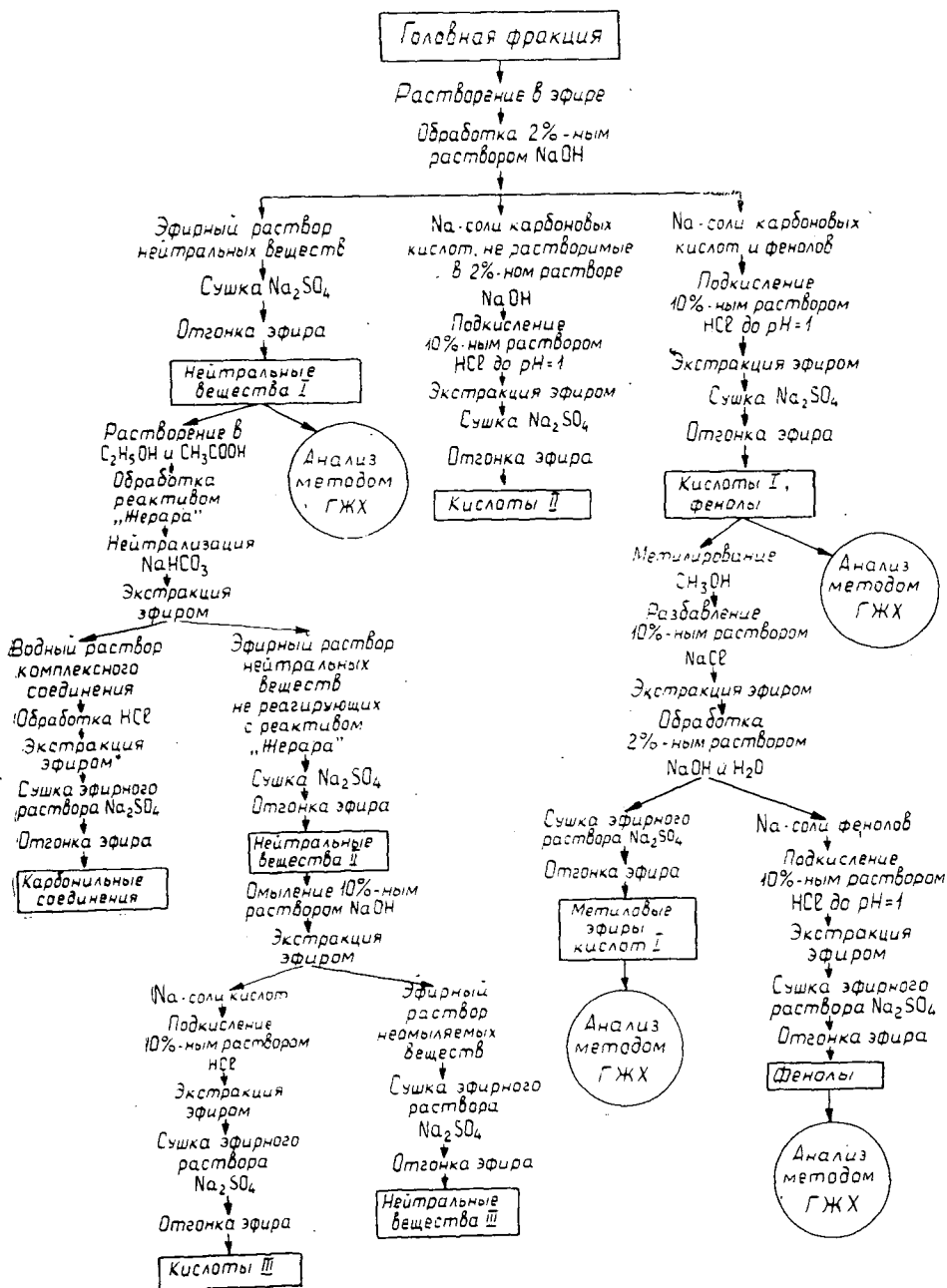


Рис. 1.

Нами была проведена работа с целью получения более подробных данных о качественном и количественном составе головной фракции от ректификации таллового масла Котласского ЦБК.

Общая характеристика головной фракции: плотность при 20°C — $0,956 \text{ г/см}^3$; вязкость при 20°C — 55 сПз ; температура вспышки 140°C ; коэффициент преломления 1,518; кислотное число 70; число омыления 80; йодное число 280.

В процессе непрерывной вакуумной разгонки головной фракции были отобраны три фракции с температурой кипения 120—205°C (остаточное давление при разгонке 4 мм рт. ст.). Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Навеска головной фракции		I фракция (120—170°C)		II фракция (170—190°C)		III фракция (190—205°C)		Остаток после разгонки		Потери	
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
47,6	100,00	8,85	18,59	22,12	46,47	13,94	29,29	1,99	4,18	0,70	1,47

При определении группового состава головной фракции были проведены (для сравнения) анализы образцов основных фракций от ректификации таллового масла. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Фракции	Нейтральные вещества, %	Жирные кислоты, %	Смоляные кислоты, %	Примечание
Головной погон третьей колонны	63,75	36,01	—	Содержание фенолов 1,32%
Талловое масло после сушки	15,93	50,62	26,31	7,14 %
Продукт после удаления пека	7,32	57,93	30,72	—
Головной погон первой колонны	9,98	73,14	20,28	—
Головной погон второй колонны	15,61	85,46	3,18	—
Дистиллированное талловое масло	3,65	55,68	41,92	—
Жирные кислоты третьей колонны	4,38	93,18	3,28	—

Для определения более подробного состава головной фракции использовали методы группового разделения [1]; образцы обрабатывали по схеме рис. 1.

В табл. 3 приведены данные о разделении головной фракции на кислоты и нейтральные вещества. В составе твердых карбоновых кислот методом метилирования найдено 4,5% фенолов, или 1,32% от головной фракции.

Таблица 3

Навеска головной фракции, взятая для разделения		Кислоты				Нейтральные вещества I		Потери	
		твердые (I)		жидкие (II)					
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
114,28	100,00	33,55	29,36	7,61	6,65	72,85	63,75	0,27	0,24

Таблица 4

Навеска исходных нейтральных веществ I, взятая для разделения		В результате разделения получено				Потери	
		суммарных карбоновых соединений		нейтральных веществ, не реагирующих с реактивом Жерара Р* (нейтральные II)			
г	%	г	%	г	%	г	%
24,18	100,00	4,10	16,94	18,98	78,51	1,10	4,55
% от головной фракции	63,75	—	10,80	—	50,05	—	2,90

Таблица 5

Навеска нейтральных веществ II, взятая для омыления		В результате омыления получено				Потери	
		кислот III		неомыляемых нейтральных веществ III			
г	%	г	%	г	%	г	%
5,34	100,00	0,20	3,74	5,04	94,38	0,1	1,88
% от головной фракции	50,05	—	1,87	—	47,24	—	0,94

Данные о выделении карбонильных соединений из нейтральных веществ I представлены в табл. 4, а об омылении нейтральных веществ II — в табл. 5.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. Горяев. Методы исследования эфирных масел. Изд-во Казахской АН, Алма-Ата, 1962. [2]. В. Зандерман. Природные смолы, скипидары, талловое масло. Изд. «Лесная промышленность», М., 1964. [3]. Очистка таллового масла за рубежом, ЦБТИ, М., 1959. [4]. Сборник лесохимических работ ЛТА, Л., 1938. [5]. В. П. Сумароков, З. М. Володуцкая. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8. 1962. [6]. Н. О. V. Bergström, K. G. Trobeck. Schwed. p. 98674, 1938. [7]. Н. О. V. Bergström, K. G. Trobeck. Schwed. p. 1309095, 1951. [8]. Н. В. Chambury, C. C. Wricht. J. Amer. Soc., 66526, 1944. [9]. C. O. Gabrilson. Ing. Vetehck. Akad. Hande 21182. 1950. [10]. A. Linder. Tall. Oil Refining Ing. Vetehck. Akad. Hande, Nr. 207, Stockholm, 1952. [11]. W. Sander mann, G. Weisman. Z. analyt. Chem. Nr. 1, 1962.

Поступила 19 октября 1970 г.

УДК 662.71

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ
ДРЕВЕСНЫХ УГЛЕЙ

И. Я. КИСЕЛЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

При нагревании древесины без доступа воздуха до 280—300°C начинается ее термическое разложение с образованием угля, жидких и газообразных продуктов [1]—[6].

Нами была поставлена задача — исследовать коэффициент трения древесных углей, полученных при разных температурах выжига, из различных пород древесины, с целью замены графита в твердых технологических смазках дешевыми отходами древесного угля.

Испытания производили на роликовой машине трения МИ (типа Амслер). В качестве образцов применяли ролики из стали 45, диаметром 48 мм и шириной 10 мм. Вместо колодки был использован ролик того же диаметра из стали 45. Образцы трения в виде двух стальных роликов позволяют получить линейный контакт. Эта схема обеспечивает постоянство давления в процессе испытания, малую площадь контакта и незначительную затрату времени на испытание. Чистота обработки поверхности образцов соответствовала 8 классу.

Приготавливали суспензию в следующих соотношениях: 70% дистиллированной воды, 20% порошка древесного угля (измельченного до 5—10 мк) и 10% жидкого стекла (Na_2SiO_3). Суспензию наносили на поверхность образцов, предварительно обезжиренную трихлорэтиленом и нагретую до 100°C. Затем образцы сушили в сушильном шкафу при 160—180°C в течение 60 мин. После испарения влаги получалась равномерная угольная пленка толщиной 0,03—0,05 мм. Пленку наносили только на вращающийся ролик. Продолжительность опыта 100—120 мин, контактная температура 70—80°C. При одной и той же скорости скольжения 0,6 м/сек нагрузка повышалась в диапазоне удельных нагрузок 50—500 кгс/см² через каждые 50 кгс/см².

В ходе испытаний непрерывно регистрировали момент трения. Количество параллельных испытаний для каждого вида древесного угля было не менее трех. Расхождения в опытных данных составляли не более 1—2%. Для каждой удельной нагрузки подсчитывали среднеарифметический коэффициент трения.

Элементарный состав исследуемых углей и графита сведен в табл. 1.

Таблица 1

Древесный уголь	Температура выжига, °С	Элементарный состав, вес. %			Зола, %	Летучие вещества, %
		С	Н	О		
Березовый (товарный) . . .	550	93,31	2,00	4,69	2,9	9,57
Березовый (отходы) . . .	550	90,48	2,30	7,22	7,77	9,31
Активированный БАУ . . .	550	92,90	1,85	5,25	3,15	5,89
Березовый	2000	99,53	0,16	0,31	0,50	—
Сосновый	500	90,27	3,58	6,15	1,22	13,71
Буковый	400	82,15	3,78	14,07	2,21	22,54
Лигниновый	450	87,72	3,07	9,21	12,42	14,42
Березовый без летучих . . .	800	95,44	0,97	3,59	2,82	—
Графит	—	96,48	0,56	2,96	15,76	—

Исследования показали, что в диапазоне удельных нагрузок 50—500 кгс/см² среднеарифметический коэффициент трения для букового угля составил 0,39, для лигнинового — 0,34, соснового — 0,33, березового товарного и отходов — 0,25—0,26, активированного БАУ — 0,22, березового без летучих — 0,12. Присутствие золы в древесном угле не влияет на коэффициент трения.

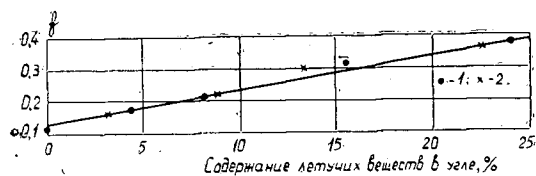


Рис. 1.

1 — для березового угля; 2 — для букового.

При испытаниях была установлена зависимость коэффициента трения от содержания в древесном угле летучих веществ. Как видно из рис. 1, коэффициент трения березового и букового угля без содержания летучих веществ составил 0,12. Увеличение количества летучих до 20—25% одинаково повышает коэффициент трения как для березового, так и для букового углей (до 0,40).

Коэффициент трения f в зависимости от содержания летучих веществ Δ (%) в угле можно представить аналитической зависимостью

$$f = 0,015\Delta + 0,14.$$

Значит, можно сделать предположение, что коэффициент трения древесного угля не зависит от породы древесины, из которой он получен, а зависит только от конечной температуры выжига. С повышением температуры выжига древесного угля содержание летучих веществ уменьшается, а следовательно, понижается и коэффициент трения.

Влияние температуры прокалики древесного угля на коэффициент трения было проверено на березовом угле. Для этого уголь с температурой выжига 550°С помещали в тигли и прокачивали в муфельной печи без доступа воздуха в течение 7—10 мин при температурах 600—950°С через каждые 50°С.

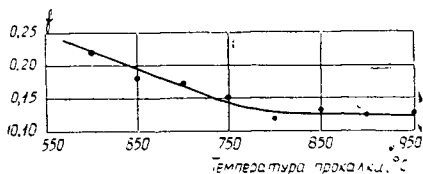


Рис. 2.

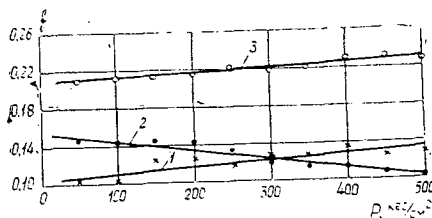


Рис. 3.

Зависимость коэффициента трения березового угля от изменения температуры прокалки показана на рис. 2, из которого видно, что при прокалке до 800°C коэффициент трения уменьшается от 0,25 до 0,12. Это можно объяснить как снижением содержания летучих (что еще раз подтверждает правильность данных рис. 1), так и изменением молекулярной структуры угля. Дальнейшее повышение температуры прокалки не влияет на коэффициент трения (он остается постоянным 0,12). Для березового угля, прокаленного в электрической печи при 2000°C, коэффициент трения тоже равен 0,12.

Зависимость коэффициента трения древесного угля и графита от изменения удельной нагрузки на ролик представлена на рис. 3, из которого видно, что коэффициент трения березового угля с температурой прокалки 800°C (прямая 1) незначительно увеличивается с 0,10 при удельной нагрузке 50 кгс/см² до 0,135 при 500 кгс/см², а среднеарифметический коэффициент трения его во всех диапазонах удельных нагрузок составил 0,12. Коэффициент трения березового угля с температурой выжига 550°C (прямая 3) повышается от 0,21 до 0,23, а среднеарифметический коэффициент трения равен 0,22.

Можно принять, что коэффициент трения древесного угля практически не изменяется с увеличением удельной нагрузки на ролик. Прямая 2 рис. 3 показывает зависимость коэффициента трения графита от изменения удельной нагрузки. Коэффициент трения уменьшается от 0,15 при удельной нагрузке 50 кгс/см² до 0,10 при 500 кгс/см², а среднеарифметический коэффициент трения составил 0,125. Снижение коэффициента трения графита при увеличении удельной нагрузки можно объяснить повышением степени ориентации кристаллитов под действием давления в пленке графита в направлении плоскости скольжения.

Таким образом, мелкокристаллическая графитоподобная структура упорядоченной части древесного угля с температурой прокалки выше 800°C по антифрикционным свойствам приближает его к графиту.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. И. Касаточкин, Э. Ю. Золотаревская, Л. Л. Разумова. ДАН СССР, т. 79, 1951, стр. 315—318. [2]. В. И. Касаточкин. Известия ОТН АН СССР, № 10, 1953, стр. 1401. [3]. В. Н. Козлов, А. Д. Мишин. Труды Института химии АН СССР (Уральский филиал). Вып. 1. Сборник работ лаборатории лесохимии, Изд-во АН СССР, 1958, стр. 102—106. [4]. С. И. Панченко. К теории образования пластической массы углей. «Кокс и химия» № 6, 1965, стр. 1—7. [5]. В. С. Смуров, Б. С. Аронович. Производство сероуглерода. Изд-во «Химия», 1966, стр. 47. [6]. Franklin. Proc. Roy. Soc. A. 209, 196, 1951.

Поступила 1 июня 1970 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 674

СВЯЗЬ ПОТЕРЬ ДРЕВЕСИНЫ В КАРАНДАШАХ
С ПАРАМЕТРАМИ ЛУЩЕНИЯ

А. Ф. НИКОЛАЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

При оценке потерь древесины в карандашах при лущении обычно предполагается, что процесс ведется до фиксированного диаметра карандаша d_k , определяемого конструктивными и схемными особенностями станка. Однако наблюдения показали, что выбрасываемые из станка карандаши имеют отличные от d_k диаметры, причем разброс диаметров может быть значительным. Так, наблюдения за работой станков 2HV-66 «Raute» на Усть-Ижорском фанерном заводе показали, что диаметры карандашей колеблются в пределах 69,9—90 мм и выше. Это результат преждевременного прекращения процесса, вследствие потери чураком динамической устойчивости.

Чураки с малой жесткостью на изгиб во время вращения выбрасываются из станка при значениях диаметра d_i больших, чем d_k . Это ведет к увеличению потерь древесины в карандашах по сравнению с предполагаемыми.

Зависимость предельного диаметра, до которого возможно лущение, от параметров, определяющих процесс, выражается в виде

$$d_i \geq d_k \pi(p, \varepsilon, m, \omega, \varphi), \quad (1)$$

где d_k — диаметр, до которого возможно лущение (исходя из конструктивных особенностей станка: диаметра малых кулачков, наличия прижимных роликов и т. д.).

Неравенство (1) получено из общего уравнения устойчивости лущения [3]

$$p + \chi^2 \left[\omega + \frac{1}{\chi^3} \cdot \frac{1}{\varepsilon(\rho)} \cdot \frac{m}{\varphi} \right]^2 \leq \chi^4 \varepsilon(\rho)$$

путем решения его относительно текущего диаметра.

В этом уравнении $\chi = \frac{d_i}{d_k}$ — относительный диаметр чурака;

d_i — текущий диаметр чурака;

p — безразмерная осевая сжимающая сила;

m — безразмерный скручивающий момент;

ω — безразмерная угловая скорость вращения;

φ — безразмерный коэффициент внутреннего трения;

$\varepsilon = \varepsilon(\rho)$ — относительная жесткость на изгиб.

В любой достаточно большой (по количеству) партии чураков, предназначенных для лущения, действующий модуль упругости на изгиб может принимать любое значение (с различной вероятностью) в пределах E_{\min} — E_{\max} (или ε_{\min} — ε_{\max}). Влияние действующего

модуля упругости заключается в изменении диапазона устойчивого лущения (D, d_i), вследствие изменения его нижней границы.

Для случая лущения на конкретном станке при определенных условиях параметры ω , m и φ можно полагать постоянными. Тогда условие (1) запишем как

$$d_i \geq d_k \pi(p, \varepsilon), \quad (2)$$

причем знак равенства соответствует окончанию лущения по условию устойчивости.

В результате разлущивания одного чурака с действующим значением относительной жесткости на изгиб $\varepsilon_i(p)$ можно получить карандаш объемом не меньше вычисленного по формуле

$$V_i = \frac{\pi}{4} d_i^2 l = \frac{\pi}{4} d_k^2 l [\pi(p, \varepsilon)]^2 = V_k f(p, \varepsilon), \quad (3)$$

где V_k — минимальный объем карандаша, определяемый конструктивными особенностями станка;

$$f(p, \varepsilon) = [\pi(p, \varepsilon)]^2. \quad (4)$$

Пусть разлущивается партия сырья, состоящая из M чураков,

$$M = \sum_{i=1}^n m_i, \quad (5)$$

где m_i — количество чураков с действующим значением относительной жесткости на изгиб $\varepsilon_i(p)$.

При этих условиях по формуле (3) суммарный объем всех выброшенных из станка карандашей

$$V_k = \sum_{i=1}^n V_i m_i = V_k \sum_{i=1}^n f(p, \varepsilon) m_i. \quad (6)$$

Отсюда средний объем одного карандаша (в партии из M чураков)

$$V_{cp} = \frac{V_k}{M} = V_k \sum_{i=1}^n f(p, \varepsilon) \frac{m_i}{M}. \quad (7)$$

В соответствии с концепцией Р. Мизеса [1]

$$\lim_{M \rightarrow \infty} \left(\frac{m_i}{M} \right) = P[\varepsilon_i(p) < \varepsilon < \varepsilon_i(p) + d\varepsilon] = dF(\varepsilon), \quad (8)$$

то есть для достаточно большой партии чураков (при увеличении M) отношение $\frac{m_i}{M}$ стремится к вероятности P .

Тогда вместо выражения (7) можно записать

$$V_{cp} = V_k \int_{[\varepsilon]} f(p, \varepsilon) dF(\varepsilon) = V_k \int_{[\varepsilon]} f(p, \varepsilon) \varphi(\varepsilon) d\varepsilon, \quad (9)$$

где $dF(\varepsilon)$ — вероятность появления чурака с относительной жесткостью ε ;

$[\varepsilon]$ — возможный диапазон изменения относительной жесткости на изгиб в данной партии;

$\varphi(\varepsilon)$ — плотность распределения случайной величины ε ;

$F(\varepsilon)$ — функция распределения случайной величины ε .

Обозначив

$$\psi(p) = \int_{|\varepsilon|} f(p, \varepsilon) dF(\varepsilon), \quad (10)$$

вместо уравнения (9) получим

$$V_{cp} = V_k \psi(p). \quad (11)$$

Функция $\psi(p)$ определяет количественную характеристику выбрасываемых из станка карандашей и в этом смысле является функцией потерь.

Интеграл (10) — интеграл Стильтьеса функции $f(p, \varepsilon)$ по $F(\varepsilon)$. Эксперименты показали [4], что $F(\varepsilon)$ — ограниченная функция, а $f(p, \varepsilon)$ [3] в интервале $[\varepsilon_{min} - \varepsilon_{max}]$ для всех $\varepsilon_{min} \neq 0$ является непрерывной и ограниченной. Поэтому, если $\varphi(\varepsilon)$ полагать усеченным нормальным законом (на положительной полуоси) [4], то интеграл Стильтьеса (10) существует.

Исходя из физических соображений, можно отметить, что $f(p, \varepsilon)$ принимает значения как больше единицы (для больших p и малых ε), так и меньше нее (для малых p и больших ε). Однако из-за ограничений, связанных с конструкцией станка (размеры малых кулачков), условия, когда $f(p, \varepsilon) < 1$, не могут быть реализованы, так как в противном случае диаметр карандаша будет меньше диаметра малых кулачков. Вследствие этого для всех $f(p, \varepsilon) < 1$ необходимо полагать $d_i = d_k$ — уравнение (1) или (2). Изменение диаметров выбрасываемых из станка карандашей в зависимости от относительной жесткости на изгиб показано на рис. 1, а.

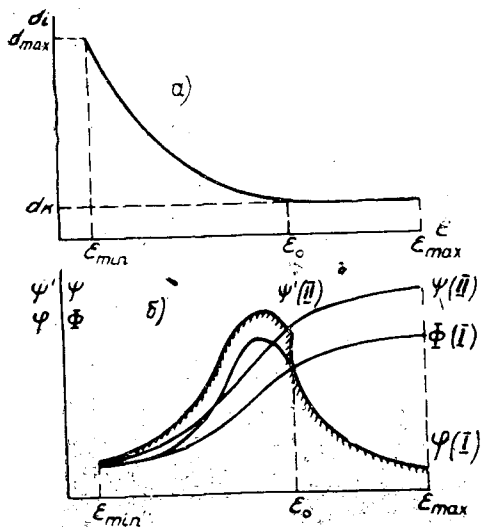


Рис. 1.

I — кривые, соответствующие выражению $\pi(p, \varepsilon_0) = 1$ на всем интервале изменения ε ; II — кривые, соответствующие постоянному значению p , то есть при реальных условиях работы.

В соответствии с этим функция $f(p, \varepsilon)$ определяется соотношениями

$$f(p, \varepsilon) = \begin{cases} [\pi(p, \varepsilon)]^2 & \text{при } \varepsilon \leq \varepsilon_0 \\ 1 & \text{при } \varepsilon > \varepsilon_0, \end{cases} \quad (12)$$

где граничное значение ε_0 находят из условия

$$\pi [p, \varepsilon_0] = 1 \text{ или } f(p, \varepsilon_0) = 1. \quad (13)$$

Так как производная от подынтегральной функции интеграла (10) в точке $\varepsilon = \varepsilon_0$ в конечном итоге разрывается (уравнение (12)), то интервал интегрирования $\varepsilon_{min} - \varepsilon_{max}$ необходимо разбить на два:

$$\varepsilon_{min}; \varepsilon_0 - 0 \text{ и } \varepsilon_0 + 0, \varepsilon_{max}.$$

Тогда вместо уравнения (10) получим

$$\psi(p) = \int_{\varepsilon_{min}}^{\varepsilon_0 - 0} f(p, \varepsilon) dF(\varepsilon) + \int_{\varepsilon_0 + 0}^{\varepsilon_{max}} f dF(\varepsilon). \quad (14)$$

Второй интеграл уравнения (14) можно выразить через функцию распределения случайной величины ε (опустив при этом нуль)

$$\psi_2(p) = \int_{\varepsilon_0}^{\varepsilon_{max}} dF(\varepsilon) = F(\varepsilon_{max}) - F(\varepsilon_0). \quad (15)$$

Первый же интеграл зависит как от функции распределения $F(\varepsilon)$, так и от вида функции $f(p, \varepsilon)$.

$$\psi_1(p) = \int_{\varepsilon_{min}}^{\varepsilon_0} f(p, \varepsilon) dF(\varepsilon) = \int_{\varepsilon_{min}}^{\varepsilon_0} f(p, \varepsilon) \varphi(\varepsilon) d\varepsilon. \quad (16)$$

Здесь мы перешли от интеграла Стильтьеса к интегралу Римана, так как в наших условиях обычно известна величина плотности вероятности $\varphi(\varepsilon)$, а не функция распределения $F(\varepsilon)$. Кроме того, в таких условиях значительно проще вычисление интеграла Римана, чем Стильтьеса.

Функцию потерь $\psi(p)$ по уравнению (14) можно вычислить на ЭЦВМ. Для этого воспользуемся результатами работы [4], в которой определена $\varphi(\varepsilon)$. Функцию $f(p, \varepsilon)$ получаем из уравнения (1), а точку разрыва находим из соотношения (13). Расчет удобнее вести по формулам (15) и (16), полагая, что

$$\psi(p) = \psi_1(p) + \psi_2(p). \quad (17)$$

В соответствии с уравнением (14) на рис. 1, б даны графики подынтегральной функции и интеграла (14).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. В. Гнеденко. Курс теории вероятностей. Изд-во «Наука», М., 1969.
 [2]. А. Ф. Николаев. Влияние момента нагрузки и внутреннего трения на устойчивость чурака при лущении. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1970. [3]. А. Ф. Николаев. Исследование влияния различных факторов на устойчивость чурака при лущении до малого диаметра. Диссертация. ЛТА, Л., 1969. [4]. А. Ф. Николаев. Влияние модуля упругости фанерного сырья на устойчивость процесса лущения. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1971.

УДК 62-52

ШИРОКОДИАПАЗОННЫЙ МОСТОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ РАЗМЕРОВ БРЕВЕН В ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ, ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ ОБЪЕМУ

А. М. КИЛЯКОВ

Северный научно-исследовательский институт промышленности

В работах [1], [3] опубликованы схемы автокубатурников, в которых реле времени применяют для преобразования длины бревна в интервал времени, а широкодиапазонные генераторы — для преобразования диаметра в его квадрат (в импульсной форме); объем получают суммированием импульсов генератора за период выдержки реле времени.

Широкий диапазон изменения частоты приводит к усложнению генератора и устройства суммирования его импульсов. Сложность сумматора, например, объясняется тем, что элементарно простые электро-механические счетчики надежно работают на низких частотах, но не способны регистрировать импульсы высокой частоты. В то же время высокочастотные регистрирующие приборы сложны, дорогостоящи и не всегда удовлетворительно работают на очень низких частотах.

Поэтому при разработке средств автоматизации учета объема лесоматериалов представляет интерес общая схема автокубатурника (рис. 1), в которой задача получения и счета импульсов различных частот отпадает, поскольку в интервал времени здесь преобразуется не длина, а объем бревна.

Реализация схемы рис. 1 существенно зависит от характеристик реле времени. В качестве преобразователя реле времени должно позволять получать очень малые интервалы времени, поскольку в технологических потоках нерассортированной древесины объемы отдельных бревен резко отличаются друг от друга. Другое важное свойство реле времени — независимость его времени выдержки от напряжения питания.

Широко известные реле времени таких характеристик не имеют, поэтому автором была предложена специальная схема, в значительной степени удовлетворяющая поставленным требованиям (рис. 2).

Измерительное устройство длины одним из контактов $l_1, \dots, l_i, \dots, l_n$ выбирает путь зарядного тока конденсатора через соответствующую цепь сопротивлений R_2 , а измерительное устройство диаметра* группой контактов $d_1, \dots, d_i, \dots, d_n$ определяет величину зарядного сопротивления R_2 , рассчитанную из условия пропорциональности объему бревна. В результате этого после срабатывания реле начала измерения P_1 выходной элемент P преобразователя работает после истечения интервала времени, соответствующего объему обмеренного бревна. Сумматор времени включают в работу одновременно с преобразователем посредством реле P_1 , а отключают размыкающим контактом реле преобра-

* Предполагается, что диаметр измеряется группой фотореле прямого действия, поставленных друг над другом, причем в измерительном устройстве предусмотрены меры, обеспечивающие постоянство положения нижней образующей бревна относительно фотореле.

Рис. 1. Общая схема определения объема бревен.

t_B — время выдержки;
 V — объем бревна.

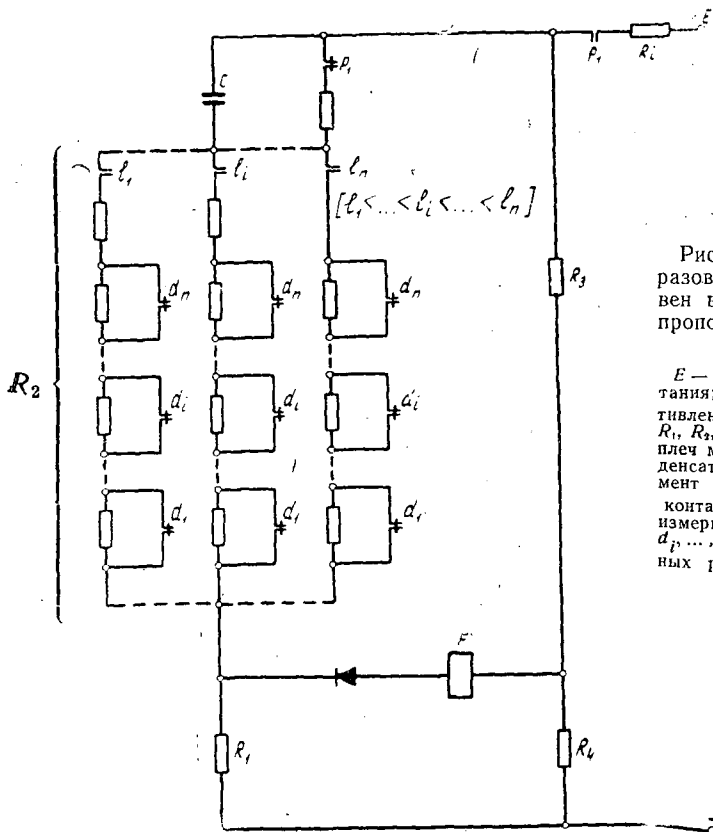
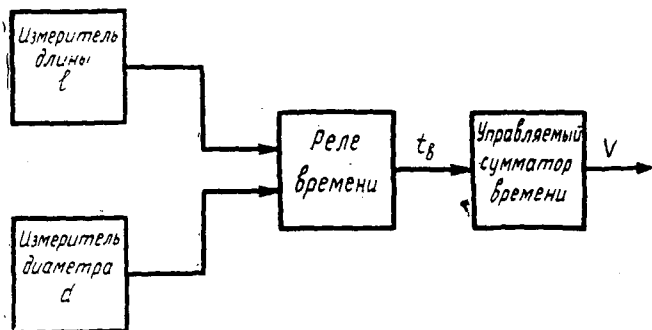


Рис. 2. Схема преобразователя размеров бревен в интервал времени, пропорциональный объему.

E — э. д. с. источника питания; R_i — внутреннее сопротивление источника э. д. с.; R_1, R_2, R_3, R_4 — сопротивления плеч моста; C — емкость конденсатора; P — выходной элемент схемы; $l_1, \dots, l_i, \dots, l_n$ — контакты выходных реле измерителя длины; $d_1, \dots, d_i, \dots, d_n$ — контакты выходных реле измерителя диаметра.

зователя P . Поэтому показания сумматора пропорциональны объему бревна.

Чтобы рассчитать преобразователь, проведем анализ переходного процесса в нем после включения контактом P_1 . Этот процесс протекает различно при разных соотношениях между сопротивлениями плеч моста.

Если при той же схеме нужно получить большое время выдержки, то сопротивление плеч подчиняют соотношению $R_2 R_4 < R_1 R_3$. В этом случае приходится рассматривать два этапа работы схемы: первый —

от момента включения схемы до момента, когда напряжение в диагонали станет равным нулю; второй — от момента окончания первого этапа до того момента, когда ток в диагонали будет равным току срабатывания элемента P .

На первом этапе диод схемы заперт обратным напряжением, поэтому процесс в схеме описывается следующей системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} (I_2 + I_3)R_i + U_c + I_2 a &= E \\ (I_1 + I_3)R_i + I_3 b &= E \\ I_1 = I_2 = I_c &= C \frac{dU_c}{dt} \\ I_i &= I_2 + I_3, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где I — ток, индекс которого соответствует индексу сопротивления;
 I_c, U_c — ток и напряжение конденсатора;

$$a = R_1 + R_2;$$

$$b = R_3 + R_4.$$

Системе соответствует характеристическое уравнение

$$[ab + R_i(a + b)]Cp + R_i + b = 0. \quad (2)$$

Решение системы при начальном условии

$$\left. \begin{aligned} t &= 0 \\ U_c &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

дает

$$U_c = U'_c + B_1 e^{-p_1 t}; \quad (4)$$

$$I_1 = I_2 = I_c = C B_1 p_1 e^{p_1 t}; \quad (5)$$

$$I_3 = I'_3 + B_1 \mu_1 e^{p_1 t}; \quad (6)$$

$$I_i = I_2 + I_3, \quad (7)$$

где p_1 — корень уравнения (2).

$$U'_c = E \frac{b}{R_i + b}; \quad (8)$$

$$I'_3 = \frac{E}{R_i + b}; \quad (9)$$

$$B_1 = -U'_c; \quad (10)$$

$$\mu_1 = -\frac{R_i C p_1}{R_i + b}. \quad (11)$$

Время t_1 завершения первого этапа процесса в схеме находят из условия $I_1 R_1 = I_4 R_4$, раскрытие которого дает

$$t_1 = C \frac{ab + R_i(a + b)}{R_i + b} \ln \frac{b(R_i b + R_i a)}{R_4 [ab + R_i(a + b)]}. \quad (12)$$

Эта формула показывает ценное свойство схемы: независимость t_1 от э. д. с. источника питания E .

На втором этапе диод открыт. Принимая его прямое сопротивление равным нулю, работу схемы можно описать следующей системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned}
 (I_2 + I_3) R_i + U_c + I_2 R_2 + I_1 R_1 &= E \\
 U_c + I_2 R_2 &= I_3 R_3 + L \frac{dI_H}{dt} + I_H R_H \\
 I_4 R_4 &= L \frac{dI_H}{dt} + I_H R_H + I_1 R_1 \\
 I_2 &= I_c = C \frac{dU_c}{dt} \\
 I_1 &= I_2 + I_H \\
 I_3 &= I_4 + I_H \\
 I_i &= I_2 + I_3,
 \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

где L , R_H и I_H — индуктивность, сопротивление и ток элемента P .
Системе соответствует характеристическое уравнение

$$[ab + R_i(a + b)] LCp^2 + [NC + L(R_i + b)]p + R_3 R_4 + b(R_1 + R_H) + R_i(R_H + a_1) = 0, \quad (14)$$

где $N = R_1 R_2 b + R_3 R_4 a + R_H ab + R_i[a_1 b_1 + R_H(a + b)]$;

$$a_1 = R_1 + R_4;$$

$$b_1 = R_2 + R_3.$$

Решение системы при начальных условиях

$$\left. \begin{aligned}
 t &= 0 \\
 I_H &= 0 \\
 I_H R_H + L \frac{dI_H}{dt} &= 0
 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

дает

$$I_H = I'_H + B_1 e^{p_1 t} + B_2 e^{p_2 t}; \quad (16)$$

$$U_c = U'_c + B_1 \mu_1 e^{p_1 t} + B_2 \mu_2 e^{p_2 t}; \quad (17)$$

$$I_2 = I_c = C(B_1 \mu_1 p_1 e^{p_1 t} + B_2 \mu_2 p_2 e^{p_2 t}); \quad (18)$$

$$I_3 = I'_3 + B_1 \lambda_1 e^{p_1 t} + B_2 \lambda_2 e^{p_2 t}; \quad (19)$$

$$I_1 = I_2 + I_H; \quad (20)$$

$$I_4 = I_3 - I_H; \quad (21)$$

$$I_i = I_2 + I_3, \quad (22)$$

где $p_{1,2}$ — корни уравнения (14);

$$I'_H = \frac{ER_4}{N_1}; \quad (23)$$

$$U'_c = E \frac{R_3 a_1 + R_H b}{N_1}; \quad (24)$$

$$I'_3 = E \frac{R_H + a_1}{N_1}; \quad (25)$$

$$B_1 = \frac{I'_H p_2}{p_1 - p_2}; \quad (26)$$

$$B_2 = \frac{I_n p_1}{p_2 - p_1}; \quad (27)$$

$$\mu_{1,2} = - \frac{R_1 b + R_i a_1}{[ab + R_i(a+b)] C p_{1,2} + R_i + b}; \quad (28)$$

$$\lambda_{1,2} = \frac{R_1 R_4 + R_i(R_n + a + L p_{1,2})}{R_1 b + R_i a_1}. \quad (29)$$

В формулах (23), (24), (25)

$$N_1 = R_3 R_4 + b(R_1 + R_n) + R_i(R_n + a_1). \quad (30)$$

Пользуясь приведенным решением, можно полностью рассчитать схему.

В частности, основную интересующую нас величину — время завершения второго этапа t_2 можно определить по методике [2], пользуясь уравнением (16) при $I_n = I_{cp}$ (ток срабатывания элемента P).

Если при той же схеме надо получить очень малое время выдержки, то сопротивления плеч моста подчиняют соотношению $R_2 R_4 > R_1 R_3$. Этим соотношением обеспечивается условие, при котором в момент включения схемы в диагонали моста сразу же появляется напряжение со знаком, совпадающим с полярностью диода. Если напряжение достаточно велико, а элемент P безынерционен, то выдержка получается равной нулю. Этим объясняется практическая возможность получить выдержку на срабатывание от рассматриваемой схемы, начиная почти от нуля.

При указанном соотношении между сопротивлениями плеч моста схема, естественно, не имеет составляющей t_1 , а процесс в ней описывается той же системой уравнений, которая указана для второго этапа случая $R_2 R_4 < R_1 R_3$. Однако теперь эту систему надо решать при начальных условиях

$$\left. \begin{aligned} t &= 0 \\ I_n &= 0 \\ U_n^0 &= I_n R_n + L \frac{dI_n}{dt}, \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

где U_n^0 — напряжение в диагонали моста в момент включения схемы;

$$U_n^0 = E \frac{R_2 R_4 - R_1 R_3}{ab + R_i(a+b)}.$$

В результате этого постоянного интегрирования принимают вид

$$B_1 = \frac{I_n p_2 + \frac{U_n^0}{L}}{p_1 - p_2}; \quad (32)$$

$$B_2 = \frac{I_n p_1 + \frac{U_n^0}{L}}{p_2 - p_1}. \quad (33)$$

Остальные формулы те же, что указаны для второго этапа случая $R_2 R_4 < R_1 R_3$.

Имея приведенные выше данные анализа, нетрудно указать методику расчета преобразователя.

1. Задавшись ценой единицы времени в единицах объема, находят требуемые выдержки времени t_n .

2. Считая заданными все параметры схемы, кроме R_2 , на основе формулы (12) и уравнения (16) при $I_n = I_{cp}$ строят график зависимости $R_2 = f(t_b = t_1 + t_2)$.

3. По этому графику находят значения R_2 , соответствующие заданным величинам выдержки t_b , пропорциональным объему бревна.

Расчет преобразователя значительно упрощается в случае $L=0$ (элемент P безындуктивный). Анализ показывает, что в этом случае при $R_2R_4 < R_1R_3$ формула (12) остается без изменения, а составляющая t_2 определяется аналитически

$$t_2 = C \frac{N}{N_1} \ln \frac{I'_n}{I'_n - I_{cp}}, \quad (34)$$

а при $R_2R_4 > R_1R_3$, когда $t_1 = 0$,

$$t_2 = C \frac{N}{N_1} \ln \frac{I'_n - I_n^0}{I'_n - I_{cp}}, \quad (35)$$

где I_n^0 — ток в элементе P в момент включения схемы;

$$I_n^0 = E \frac{R_2R_4 - R_1R_3}{N}$$

Когда источник E достаточно мощный, то для практических расчетов можно полагать $R_i = 0$. Тогда расчетные формулы еще более упрощаются.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. М. Кильяков. Импульсный суммирующий автоклубатурник для поперечных потоков древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963. [2]. А. М. Кильяков. Анализ динамики мостовой схемы реле времени с двумя контурами RC при ее работе на отпусканье. Сборник трудов СевНИИПа, вып. 1, Северо-Западное книжное изд-во, 1969. [3]. В. Ф. Шалавин. Автоклубатурник для круглого леса. Журн. «Лесная промышленность» № 5, 1962.

Поступила 10 марта 1970 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.6 : 634.0.232

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ
ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР РАЗЛИЧНОЙ ГУСТОТЫ

Т. А. КИСЛОВА

Львовский лесотехнический институт

Диаметрально противоположные мнения по вопросу об оптимальной первоначальной густоте лесных культур связаны с различием критериев оптимальности, а также с отсутствием единой методики исследований. Густота, оптимальная с точки зрения быстрого смыкания крон, может не обеспечивать воспитания скороспелых насаждений. Выводы о влиянии густоты часто делают на основании исследований в культурах различного возраста, выбор которого ничем не обоснован. Исследования густоты, проводимые на стационарных пробных площадях, обычно относятся к опытным посадкам (Бузулукский бор, Лесная опытная дача ТСХА и др.), в которых отсутствует уход, тогда как в производственных культурах проводят все необходимые рубки ухода. Следовательно, объекты, на которых исследуют густоту лесных культур, несопоставимы с объектами, для которых ее рекомендуют.

Большое разнообразие почвенно-климатических, экономических и других условий исключает возможность стандартных рекомендаций густоты. Этот вопрос следует решать в индивидуальном порядке применительно к конкретным условиям облесяемого участка.

Цель, преследуемая при выборе первоначальной густоты лесных культур, должна отвечать общей задаче лесовыращивания — повышению продуктивности лесов. Как известно, высокопродуктивные насаждения можно получать как из густых, так и из редких культур. Вопрос заключается лишь в том, во что обходится выращивание такого насаждения из культур различной густоты. Следовательно, первоначальная густота лесных культур должна быть рассмотрена и оценена прежде всего с экономической стороны.

Оптимальной следует считать густоту, которая при прочих равных условиях обеспечивает создание древостоя наиболее высокой продуктивности и наилучших технических качеств с наименьшими затратами, то есть такую, при которой стоимость созданной древесной продукции, приходящейся на 1 руб. затрат, окажется максимальной.

$$\mathcal{E}_k = \frac{D + P}{Z} = \max, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_k — экономическая оценка культур различной густоты, руб.;

D — денежная (таксовая) оценка древесного запаса на 1 га, руб.;

P — сумма поступлений от реализации лесопроductии, полученной от рубок ухода за период выращивания культур, руб.;

Z — затраты на выращивание насаждения, руб.

Все элементы формулы (1) определяют для возраста, в котором перестает сказываться первоначальная густота культур и выравнивается число стволов на 1 га. Для проектируемых насаждений затра-

ты на выращивание, поступления от реализации и таксовую стоимость запаса рассчитывают по существующим расценкам, ценам и таксам в каждом конкретном случае для нескольких вариантов густоты, а затем выбирают вариант с наиболее высокой экономической оценкой. Мы разработали методику выбора оптимальной густоты и установили зависимость затрат на разных фазах выращивания культур от их первоначальной густоты.

Подготовка почвы. Затраты при сплошной обработке почвы Z_0 определяют так:

$$Z_0 = a. \quad (2)$$

При частичной обработке в виде плужных борозд и полос Z'_0

$$Z'_0 = \frac{a \cdot n}{10c}; \quad (3)$$

в виде площадок Z''_0

$$Z''_0 = a''nS, \quad (4)$$

где a , a' и a'' — себестоимость подготовки почвы соответственно на 1 га, 1 км борозды или полосы, 1 м², руб.;

n — число сеянцев или посевных мест на 1 га, шт.;

c — то же в ряду, шт.;

S — величина одной площадки, м².

Как видно из приведенных формул, затраты на подготовку почвы прямо пропорциональны густоте культур только при их размещении местами — формула (4). При рядовом размещении культур эти затраты зависят от числа рядов на 1 га; если густота увеличивается вследствие уплотнения рядов при сохранении их количества, затраты на обработку почвы не возрастают.

Таким образом, повышение густоты культур даже при частичной подготовке почвы, не говоря уже о сплошной, не всегда ведет к увеличению затрат на эти работы.

Затраты на посадку и посев культур Z_n при всех видах подготовки почвы определяются выражением

$$Z_n = (b + c)n \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

где b — себестоимость посадки 1 тыс. сеянцев или посева 1 тыс. посевных мест, руб.;

c — себестоимость или цена 1 тыс. сеянцев или семян, необходимых для 1 тыс. посевных мест, руб.

Эти затраты всегда прямо пропорциональны густоте культур.

Затраты на дополнение культур Z_d при ожидаемом проценте отпада O вычисляются по формуле

$$Z_d = (e + c)n \cdot O \cdot 10^{-5}, \quad (6)$$

где e — себестоимость работ по посадке 1 тыс. сеянцев при дополнении, руб.

Размер этих затрат практически зависит лишь от процента отпада, то есть от приживаемости растений. Последний же, как известно, не связан с густотой культур. Загущение культур только при равномерном отпаде растений позволяет избежать необходимости дорогостоящего их дополнения. Основной путь повышения приживаемости культур и сокращения их отпада — не увеличение густоты посадок, а повышение качества почвы, посадки и посева культур.

Уходы за культурами до их смыкания следует учитывать отдельно — в рядах и междурядьях. Для установления количества уходов необходимо определить срок смыкания культур. Из-за отсутствия данных о закономерности роста и развития культур и, в частности, их крон в первые годы жизни растений мы предлагаем для определения ориентировочных сроков смыкания культур пользоваться насаждениями-аналогами.

Срок смыкания крон в рядах t_p можно выразить так:

$$t_p = \frac{100}{\Delta d_p}, \quad (7)$$

где Δd_p — среднегодовой прирост кроны деревьев по диаметру вдоль ряда, м.

Величину Δd_p определяют по имеющимся в лесничестве сомкнувшимся культурам такого же породного состава в аналогичных условиях местопрорастания. Зная возраст, в котором эти культуры сомкнулись t'_p , и расстояние между деревьями в ряду, устанавливаем среднегодовой прирост крон по диаметру вдоль ряда

$$\Delta d_p = \frac{d'_p}{t'_p}, \quad (8)$$

где d'_p — расстояние в ряду между культурами, взятыми за образец (средний диаметр кроны вдоль ряда сомкнувшихся культур), м.

На основании полученных данных о сроках смыкания культур и сложившейся агротехники устанавливаем число необходимых уходов в рядах \mathcal{Y}_p и междурядьях \mathcal{Y}_m .

При рядовом размещении культур площадь ухода в рядах S_p определяют по формуле

$$S_p = 100 \cdot K\alpha, \quad (9)$$

где α — ширина обрабатываемой защитной полосы, м;

K — число рядов культур на 1 га.

Площадь отдельного ухода в междурядьях S_m может быть представлена как

$$S_m = (K - 1) \left(\frac{10000}{K} - 100\alpha \right). \quad (10)$$

При культурах местами площадь ухода в площадках S_n определяется выражением

$$S_n = S_n, \quad (11)$$

где S — величина одной площадки, м².

Площадь ухода на остальной территории S'_n представляет собой разность

$$S'_n = 10000 - S_n. \quad (12)$$

Величины S_p , S_m , S_n и S'_n измеряют в м².

Затраты на все уходы за культурами до перевода их в лесопокрытую площадь определяют по следующим формулам: при рядовом размещении растений \mathcal{Z}_y^p

$$\mathcal{Z}_y^p = \mathcal{Y}_p S_p J_p + \mathcal{Y}_m S_m J_m; \quad (13)$$

при размещении местами Z_y^n

$$Z_y^n = Y_p S_p J_p + Y_m S_m' J_m, \quad (14)$$

где J_p — себестоимость однократного ухода за культурами на 1 м^2 в рядах, руб.;

J_m — то же в междурядьях, руб.

Величины, характеризующие затраты на единицу работ a, a', a'', b, e, J_p и J_m , вычисляются в соответствии с действующими нормами выработки и расценками на уровне фабрично-заводской себестоимости.

Затраты на уходы, как это следует из формулы (13), зависят не только от количества уходов, но и от площади каждого из них, которая, в свою очередь, связана с числом рядов культур на 1 га . При их увеличении себестоимость отдельного ухода возрастает прямо пропорционально числу рядов на 1 га .

Легко подсчитать, какое количество уходов может быть проведено при различных вариантах густоты без увеличения общей суммы затрат на них,

$$Y' = \frac{n Y' c'}{n' c}, \quad (15)$$

где n и n' — количество растений на 1 га соответственно при базовой (исходной) и расчетной густоте, тыс. шт.;

c и c' — число семян в ряду для тех же вариантов густоты, шт.;

Y — количество уходов при базовой густоте культур.

При создании культур местами себестоимость отдельного ухода также зависит непосредственно от густоты культур — формула (11).

С ростом числа рядов культур на 1 га увеличивается и длина междурядий, в связи с чем себестоимость ухода в междурядьях также возрастает с повышением густоты культур.

По имеющимся в хозяйстве древостоям-аналогам устанавливают вид и число рубок ухода, необходимых при различной густоте лесных культур, затраты на их проведение и сумму, ожидаемую от реализации лесопроductии, а также определяют тактовую стоимость запаса насаждений. На основании полученных данных определяют экономическую оценку культур различной густоты и выбирают наиболее экономичный вариант.

Поступила 27 мая 1970 г.

УДК 634.0.652

МАКЕТ ПРЕЙСКУРАНТОВ И ЦЕННОСТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Е. Е. БУРСИН

ЦНИИМОД

Макеты преysкурaнтoв цен разрабaтывaют нa oснoвe утвeрждeнныx ГOСТoв или ТУ нa тoт или иной вид прoдукции. Макeт дoлжeн сoдeржaть слeдующиe oснoвныe дaнныe: пoрядкoвый нoмeр издeлия; нaимeнoвaниe издeлия (или видa прoдукции) пo стaндaрту или тeхничeским услoвиям; присвoеннaя издeлию мaркa (мoдeль или шифр); нoмeр стaндaртa или тeхничeских услoвий; крaткaя тeхничeскaя хaрaктeристикa прoдукции; eдиницa измeрeния.

В макете прейскуранта цен на пиломатериалы хвойных пород пиломатериалы (а значит, и цены) дифференцированы по породам, сортам, длине, толщине и степени обработки.

После разработки макетов прейскурантов проверяют нормативные (ценностные) коэффициенты, положенные в основу установленных соотношений цен в действующих прейскурантах, а также корректируют (в случае необходимости) эти коэффициенты и разрабатывают новые.

Разработка ценностных коэффициентов — K_u для того или иного вида продукции сводится к установлению величин, составляющих его коэффициентов: толщины — K_T ; ширины — $K_{ш}$; длины — K_d ; сортности — K_c ; обработки — K_o ; породы древесины — K_n

Величина ценностного интегрального коэффициента для каждого сорта размера пилопродукции равна произведению этих шести коэффициентов.

Уровень коэффициентов толщины, ширины, длины, обработки, сортности и породы древесины устанавливаются на основе данных опытных распиловок и опытного раскроя, расчета производительности (трудоемкости) производства каждого вида (сорта размера) продукции и расчета на этой базе их себестоимости. В некоторых случаях полученные расчетным путем коэффициенты корректируют в ту или другую сторону.

Рассмотрим величину составляющих коэффициентов по пиломатериалам хвойных пород, заложенных в прейскуранты оптовых цен 1960, 1963 и 1967 гг. Коэффициенты толщин K_T по группам пиломатериалов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид пиломатериала	Толщина, мм	Ценностные коэффициенты толщины K_T по прейскурантам		
		1960 г.	1963 г.	1967 г.
Доски	13—16	1,15	1,15	1,40
"	19—22	1,05	1,05	1,10
"	25—32	1,00	1,00	1,00
"	40 и более	0,95	0,95	0,95
Бруски	50, 60	1,10	1,10	1,10
Бруски и брусья	70 и более	1,30	1,30	1,30

Таким образом, по прейскуранту цен 1967 г. коэффициенты на пиломатериалы толщиной 13—16 мм повышены на 21,7%, толщиной 19—22 мм — на 4,7%.

В прейскуранты цен 1960 и 1963 гг. были заложены единые по всем пиломатериалам коэффициенты ширины $K_{ш}$, равные 1,0. По прейскуранту 1967 г. на пиломатериалы шириной 80—150 мм установлен коэффициент, равный 1,0, а шириной 180—250 мм — 1,10. По новому прейскуранту в связи с изменением ГОСТа установлена единая цена на пиломатериалы длиной от 2 до 6,5 м. В табл. 2 приведены коэффициенты длины K_d .

Коэффициенты длины по пиломатериалам длиной 0,5—0,9 м в новом прейскуранте цен, таким образом, несколько повышены, а на пиломатериалы длиной 1,0—1,75 м, наоборот, снижены.

В прейскуранте оптовых цен № 07—03 1967 г., как и в прейскурантах цен 1960 и 1963 гг., коэффициент обработки K_o для обрезных пиломатериалов равен 1,0, а необрезных — 0,8. По действовавшему до 1967 г. ГОСТу 8486—57 пиломатериалы хвойных пород вырабатывали, как известно, шести сортов: отборного, I, II, III, IV и V.

Таблица 2

Длина пиломатериалов, м	Ценностные коэффициенты длины K_d по прейскурантам		
	1960 г.	1963 г.	1967 г.
0,5—0,9	0,25	0,25	0,30
1,0—1,75	0,55	0,55	0,50
2,0—3,75	0,80	0,80	—
4,0—6,50	1,0	1,0	—
2,0—6,5	—	—	1,0

Госпланом СССР в 1960 г. была утверждена единая сетка ценностных коэффициентов сортности пиломатериалов. На обрезные хвойные пиломатериалы были установлены следующие ценностные коэффициенты по сортам: отборный — 1,4; первый — 1,0; второй — 0,7; третий — 0,6; четвертый — 0,5 и пятый — 0,2.

В приведенной сетке был заложен очень сильный стимул для производства продукции повышенного качества, однако разница в уровнях коэффициентов между IV, III и II сортами пиломатериалов очень мала. Указанные ценностные коэффициенты сортности были заложены и в прейскурантах оптовых цен 1960 и 1963 гг.

С 1 июля 1967 г. введен новый ГОСТ на пиломатериалы хвойных пород — ГОСТ 8486—66. Он предусматривает выработку пиломатериалов пяти сортов: отборного, I, II, III и IV; требования к пиломатериалам этих сортов остались теми же, что и по ГОСТу 8486—57.

В прейскуранте оптовых цен 1967 г. в ценностные соотношения между пиломатериалами по сортам внесены изменения: устранены имевшиеся в старых прейскурантах резкие колебания в этих соотношениях, не вытекавшие из качественных различий между сортами, и одновременно увеличен разрыв в ценах между пиломатериалами II, III и IV сортов. Ценностные коэффициенты сортности пиломатериалов K_c хвойных пород по прейскурантам 1960, 1963 и 1967 гг. приведены в табл. 3.

Таблица 3

Сорт пиломатериалов	Ценностные коэффициенты сортности K_c по прейскурантам		
	1960 г.	1963 г.	1967 г.
0	2,4	2,4	2,0
I	1,66	1,66	1,6
II	1,17	1,17	1,3
III	1,0	1,0	1,0
IV	0,83	0,83	0,7
V	0,33	0,42	—

Изменение ценностных коэффициентов, вообще, и коэффициентов сортности, в частности, — дело сложное и ответственное, так как может привести к нарушению равновесия в рентабельности отдельных районов страны, поскольку сортовая структура вырабатываемых пиломатериалов по районам страны различна. Особенно резкое различие в сортовой структуре наблюдается между районами, специализирующимися на выработке экспортных пиломатериалов и вырабатывающими пиломатериалы для внутреннего рынка.

Так, например, у предприятий Архангельской области, где производится тщательный отбор пиломатериалов на экспорт, в сортовой

структуре пиломатериалов внутреннего рынка больше пиломатериалов III—IV сортов (63%). По предприятиям Иркутской области (выработка пиломатериалов внутреннего рынка) удельный вес пиломатериалов III—IV сортов не превышает 45%. Вполне понятно, что снижение коэффициентов сортности на III—IV сорта пиломатериалов снижает рентабельность лесопиления по Архангельской области в большем размере, чем по Иркутской области. А чтобы этого не произошло, были одновременно снижены коэффициенты сортности также и на пиломатериалы 0—II сортов.

Применяющиеся на практике «коэффициенты сортности» пиломатериалов представляют собой ценностные интегральные коэффициенты, полученные перемножением четырех коэффициентов

$$K_c^u = K_c \cdot K_d \cdot K_o \cdot K_n.$$

По новой единой сетке коэффициент сортности, равный 1,0, установлен на обрезные хвойные пиломатериалы III сорта внутреннего рынка (длиной 2,0—6,5 м). Уровень средневзвешенных коэффициентов сортности пиломатериалов с введением новой единой сетки ценностных коэффициентов сортности возрос на 60—65% по каждому предприятию в зависимости от структуры пиломатериалов по породам, сортам и назначению.

Таким же путем устанавливают ценностные коэффициенты и по другим видам продукции. После того как разработаны макеты прейскурантов, определены соотношение цен по группам продукции и новые ценностные коэффициенты, вычисляют затраты на производство, уровень рентабельности отдельных видов продукции и рассчитывают оптовые цены франко-вагон — станция отправления (цены предприятия) и франко-вагон — станция назначения (цены промышленности).

Поступила 6 апреля 1970 г.

УДК 634.0.6

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ ПСЕВДОТСУГИ В ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ КАРПАТ

Т. М. БРОДОВИЧ

Львовский лесотехнический институт

Внедрение псевдотсуги тиссолистной в лесные насаждения Карпат требует доказательств ее лесоводственно-экономических преимуществ перед местными лесообразующими породами.

Критерием экономической эффективности лесохозяйственного производства является получение максимального количества высококачественной древесины и других полезных с единицы площади при минимальных затратах труда и в кратчайшие сроки. Исходя из этого, мы предприняли попытку дать сравнительную экономическую оценку внедрения псевдотсуги в лесные насаждения Карпат. В качестве основных экономических показателей для сравнительной оценки приняты: а) эксплуатационный запас древесины на 1 га в возрасте, когда ожидается максимальный выход хозяйственноценных сортиментов; б) затраты труда, материальных и денежных средств; в) таксовая стоимость древесины в возрасте главной рубки.

Экономическая оценка внедрения псевдотсуги выполнена в соответствии с общими положениями «Типовой методики определения

экономической эффективности капитальных вложений» и определена в оптимальных условиях местопроизрастания данной породы в Карпатах — в свежей и влажноватой богатой карпатской суббучине (сурамень) на высоте от 300 до 600 м над уровнем моря. В этих условиях древостои псевдотсуги имеют очень высокую продуктивность, класс бонитета доходит до Ic—Id. Насаждение уже в 60-летнем возрасте достигает технической и количественной спелости (табл. 1).

Таблица 1

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Запас стволовой древесины, м ³ /га					отходы
			всего	в том числе				
				крупная 26 см и более	средняя 14—24 см	мелкая 8—13 см	жердн (дрова) 3—7 см	
20	14,1	14,3 ₃	238	—	71	56	54	57
	12,1	10,6	197	—	55	113	10	19
30	22,8	25,5	545	42	245	55	121	82
	18,0	16,6	391	12	217	109	17	36
40	29,2	29,4	810	195	346	34	118	117
	23,0	22,8	581	107	326	76	21	51
50	34,1	34,8	1018	372	385	26	110	125
	27,1	28,3	736	259	332	60	24	61
60	37,8	38,8	1167	554	395	16	44	148
	30,4	32,7	859	413	298	50	29	69

Примечание. В числителе данные для псевдотсуги тиссолистной; в знаменателе — для ели. Продуктивность и товарность ели приведены по данным Г. А. Ходота [4].

Затраты на создание культур псевдотсуги в этих условиях установлены по фактическим данным Львовского областного управления лесного хозяйства и лесозаготовок. В связи с тем, что затраты на дальнейшее выращивание древостоев псевдотсуги после смыкания лесных культур (рубки ухода, санитарные рубки и пр.) практически мало отличаются от затрат на лесовыращивание местных пород, для экономической оценки внедрения псевдотсуги было сочтено возможным ограничиться сравнением затрат на создание лесных культур, не исчисляя общей суммы затрат на лесовыращивание.

Стоимость древесины на корню определена по таксам на древесину основных лесных пород (прейскурант № 07-01, II пояс, 2-й разряд). Стоимость древесины псевдотсуги тиссолистной установлена по таксам лиственницы*.

В табл. 2 приведена экономическая оценка культур псевдотсуги и для сравнения — древостоев ели обыкновенной, лиственницы европейской, дуба черешчатого и бука лесного, произрастающих в сходных, часто совершенно аналогичных условиях местообитания. Продуктивность и товарную структуру местных пород определяли по таблицам хода роста и товарности насаждений древесных пород Украины [4], а псевдотсуги — по материалам автора [1], [2].

Возраст рубки ели, лиственницы, дуба и бука установлен по возрасту технической спелости на обезличенный пиловочник, а псевдотсуги — на основании наших исследований.

* Известно, что таксы на лиственницу несколько занижены по сравнению с аналогичными по качеству древесными породами, в связи с наличием больших запасов древесины в неосвоенных многолесных районах СССР.

Таблица 2

Показатели	Насаждения				
	искусственные				естественные
	Пс	Е	Лц	Д	
Возраст рубки, лет	60	80	80	120	120
Запас древесины (при полноте 0,7), м ³	817	727	687	315	305
Класс бонитета	I c—d	Iв	Ic	II	II
Коэффициент оборота рубки	2	1,5	1,5	1	1
Выход деловой древесины, приведенный к расчетному периоду, крупной					
м ³	876	661	589	162	--
%	65,5	65,0	65,0	60,5	—
средней					
м ³	394	205	154	66	132
%	28,5	21,0	17,9	24,5	45,5
мелкой					
м ³	22	90	87	—	84
%	1,6	8,5	9,6	—	28,0
жерди (дрова)					
м ³	62	16	63	41	78
%	4,4	5,5	7,5	15,0	26,5
Таксовая стоимость эксплуатационного запаса, приведенного к единому расчетному периоду, руб.	4277,4	2622,9	2749,7	1746,6	1034,4
Затраты на создание лесокультур с учетом коэффициента оборота рубки, руб.	400,0	202,5	225,0	175,0	—
Разница в таксовой стоимости различных пород на 1 га с учетом затрат, руб.	3877,4	2420,4	2524,7	1571,6	1034,4
% по отношению к псевдотсуге	100	62	64	40	27
Потеря лесного дохода при выращивании местных пород в сравнении с псевдотсугой, руб./га	—	1457,0	1352,7	2305,8	2843,0

Из приведенных данных видно, что таксовая стоимость насаждений псевдотсуги выше стоимости местных пород. Только в западных областях УССР в субучинах и ельниках (на площади более 300 тыс. га) может быть достигнута экономия свыше 2 тыс. руб. на 1 га.

Таблица 3

Древесные породы	Класс бонитета	Средний прирост насаждений в 60-летнем возрасте, м ³ /га	Вес 1 м ³ древесины в абс. сухом состоянии*	Средний прирост	
				Т с 1 га в абс. сухом весе	% к дубу
Псевдотсуга тиссолистная	Ic—d	19,5	518	10,1	481
Лиственница европейская	Ic	11,9	630	7,6	361
Ель	Iв	14,3	430	6,2	298
Сосна обыкновенная	Ia	8,85	470	4,2	200
Пихта	I	9,3	400	3,7	176
Бук	II	3,8	650	2,5	120
Дуб	II	3,2	650	2,1	100

* См. «Руководящие технические материалы», изд-во «Стандарт», 1962. Для псевдотсуги вес 1 м³ древесины в абс. сухом состоянии определен в лаборатории древесиноведения кафедры дендрологии Львовского лесотехнического института.

Многие лесоводы [3], [5], [6] считают, что объективным показателем экономической оценки будет средний прирост древесины (t/ga) в абс. сухом весе. Этот показатель приведен в табл. 3.

О целесообразности внедрения псевдотсуги тиссолистной, кроме экономических показателей, говорят также ее долговечность, декоративность и санитарно-гигиенические (фитонцидные) свойства, благоприятствующие развитию курортов и туризма в Карпатах. Мощная корневая система псевдотсуги способствует не только повышению продуктивности, но и устойчивости карпатских лесов, предупреждает ветровалы и буреломы в ельниках.

ЛИТЕРАТУРА.

- [1]. Т. М. Бродович. Исследования насаждений псевдотсуги тиссолистной в западных областях УССР. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1964. [2]. Т. М. Бродович. Некоторые показатели хода роста псевдотсуги. В кн. «XVI научная конференция. Тезисы докладов, Львовский лесотехнический институт», изд-во Львовского Госуниверситета, Львов, 1964. [3]. В. П. Тимофеев. Лиственница в культуре. Гослесбумиздат, М.—Л., 1947. [4]. Г. А. Ходот. Хід росту карпатських ялиників. В кн. «Таблиці ходу росту і товарності насаджень деревних порід України. Державне видавництво сільськогосподарської літератури Української РСР, Київ, 1958. [5]. W. Krajski. Podstawy ekonomiczne uprawy drzew szytko rosnacych. Prace IBL, № 222, 1961. [6]. B. Keresztesi. Hozzaszalas a fajajpolitikanak kérdéséher. Erdo, 12, № 6, 1963.

Поступила 22 декабря 1970 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.05

**ДИНАМИКА ВИДОВОГО СОСТАВА И ХОД РОСТА
ЯСЕНЕВО-ЛИПОВЫХ ДУБНЯКОВ
КРАПИВЕНСКОГО ЛЕСХОЗА ТУЛЬСКИХ ЗАСЕК**

А. Д. ЛОЗОВОЙ

Воронежский лесотехнический институт

При составлении таблиц хода роста и изучении динамики видового состава ясеневолиповых дубняков I класса бонитета, сформировавшихся на вырубках Крапивенского лесхоза Тульской области, были использованы материалы лесоустройств 1945, 1957, 1967 г., результаты наблюдений на стационарах, заложенных В. В. Поповым в 1933—1938 гг., на пробах Рязанской лесоустроительной партии (1957 и 1967 гг.), М. В. Давидова (1966 г.) и автора (1967—1968 гг.) — всего 50 проб с общим числом моделей 360 (из них I класса возраста 4; II — 14; III — 17; IV — 12; V — 3).

Наша методика исследования предусматривала следующие факторы для отнесения насаждений к одному естественному ряду: климатическая лесорастительная зона и подзона, тип условий местопроизрастания, тип леса, класс бонитета, тип насаждения (по происхождению, составу, типу смешения, возрасту, форме), класс первичной густоты, степень вмешательства человека в жизнь насаждения. Анализ хода роста 92 модельных деревьев, данные стационарных пробных площадей, переданных автору В. В. Поповым, послужили корректировочным материалом в изучении изменения таксационных элементов.

Построение таблиц начиналось с выявления динамики видового состава в разные периоды жизни, который свидетельствует о степени вмешательства человека в формирование ясеневолипового дубняка и играет немаловажную роль в разрешении ряда лесоводственных мероприятий. Полученные материалы (средневзвешенные через площадь выдела) после графического выравнивания были нанесены на график (рис. 1).

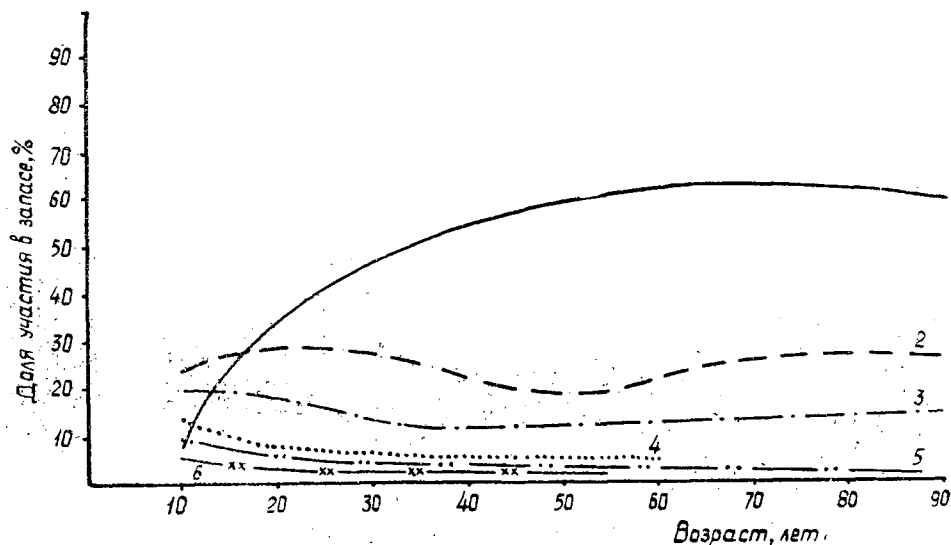


Рис. 1. Динамика участия пород в составе насаждений ясеневолиповых дубняков I класса бонитета.

1 — дуб; 2 — липа; 3 — ясень; 4 — клен; 5 — осина.

Анализируя кривые, можно заметить, что вся жизнь 90-летнего насаждения разделена на три периода. I (1—20 лет) — период вмешательства человека в жизнь насаждения. Интенсивный прирост коэффициента состава дуба и незначительное увеличение последнего по второстепенным породам обуславливается изменением режима ухода во втором десятилетии. В первое десятилетие уход ведется коридорным методом (дуба в составе 8%), в последующем по всей площади. В результате средние высоты древостоев механически выравниваются, и насаждение принимает четко выраженный двухъярусный характер. В конце периода дуба в составе имеется 34%.

II (21—50 лет) — период дифференциации и окончательного формирования состава. В это время особенно важно учесть начинающийся процесс самоизреживания в рядах дуба, поэтому прирост коэффициента состава главной породы несколько падает и к концу периода состав насаждения стабилизируется. Такие породы, как липа и ясень, в это время подвергаются сильному изреживанию с помощью рубок ухода. Породы II яруса в результате благоприятных условий дают интенсивный прирост в высоту, достигая к 30-летнему возрасту высоты I яруса. Древостой становится одноярусным.

Следовательно, первая половина жизни насаждения (до 50 лет) связана с весьма важным биологическим процессом, происходящим под управлением человека — создания смешанного насаждения, которое в дальнейшем может служить объектом качественного формирования.

III (51—90 лет) — период формирования высококачественной древесины. Стабильный состав требует от лесоводов правильного выбора режима ухода. Так, по данным В. В. Попова [1], [2] и нашим исследованиям, продолженным на его стационарах, разреживание 40—60-летнего насаждения до полноты 0,6 приводит к более интенсивному росту по диаметру ясеня и липы и увеличивает процент механически поврежденных стволов, что неизбежно вызывает распространение бактериальных и грибных заболеваний. Это подтверждается данными, полученными на стационаре № 3. В контрольной секции деревья с морозобойнами составили 19,2%, с бактериальными болезнями — 4%, с механическими повреждениями — 11,4% от общего числа больных (24,2%), а в секции с уходом соответственно 24,6; 17,8 и 24,7% при общем числе больных деревьев 29,1%. Наличие водяных побегов на стволах дуба на этих секциях составило 47,9 и 69,8%. Восстановление полноты таких насаждений — процесс длительный и затягивается до 20 лет [3].

Дальнейшее составление таблиц хода роста тесно связано с изучением характера изменения средней высоты, среднего диаметра древостоев и насаждения в целом. Детально эти показатели изучали по материалам пробных площадей и на основе анализов модельных деревьев, с последующим графическим выравниванием.

Сопоставляя полученные данные, видим, что господство дуба в верхнем пологе становится полным только к 70 годам. Если в первые годы он отстает от липы на 4%, ясеня на 13%, осины, ивы, березы на 10—20%, то к 70—80 годам картина становится обратной. Это в конечном счете подтверждает вывод, что при правильном режиме ухода только к возрасту 50—60 лет полностью исчезает опасность смены пород.

Средний диаметр — таксационный признак древостоя, активно реагирующий на световой режим под пологом леса, который регулируется с помощью рубок ухода. Несмотря на значительную выборку при рубке ухода таких пород, как липа и ясень, оставшаяся часть последних в годы интенсивного ухода дает значительный прирост по диаметру, сохраняя при этом определенную долю в составе. Дубу только к 80 годам удается достичь диаметра липы и ясеня, а в начале жизни он отстает на 11,2—12,6% от последних. Как видим, в возрасте 70 лет и выше дуб имеет хороший прирост по диаметру, который следует регулировать рубками ухода.

Запас насаждения, сумму площадей сечения определяли по данным пробных площадей с последующим графическим выравниванием по верхнему пределу. Количество стволов на 1 га, среднее и текущее изменение запаса древостоя отдельных пород и всего насаждения находили как функцию соответствующих таксационных признаков.

В целях получения площади сечения отдельных древостоев из известной формулы $M = G \cdot H \cdot F$ видовое число определяли аналитически. Сумму промежуточного пользования находили по результатам учета выбираемой древесины на стационарах в период с 1933 г. по 1968 г.

Общую продуктивность насаждения вычисляли по формуле

$$W = M_A + \Sigma S,$$

где M_A — запас насаждения;

ΣS — сумма промежуточного пользования за весь предшествующий период.

В итоге работы получены таблицы хода роста для ясенево-липовых дубняков, сформированных на вырубках, которые могут быть использованы лесоустроителями при учете лесного фонда и проектировании мероприятий по формированию насаждений необходимого состава (табл. 1).

Таблицы хода роста могут быть использованы и работниками лесного хозяйства для расчетов размера промежуточного пользования применительно к отдельным периодам жизни. Показатели, входящие в состав этих таблиц (запас, прирост стволо-

вой древесины), служат критерием при оценке лесокультурных и лесохозяйственных мероприятий, применяемых при создании и формировании подобного типа насаждений в конкретном лесорастительном районе.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. В. Попов. Тульские засеки XVI—XX вв. Труды по лесному опытному делу Тульских засек, вып. 1 государственного лесного заповедника «Тульские засеки», М., 1937. [2]. В. В. Попов. Опыт исследования лесных культур Тульских засек. Труды по лесному опытному делу Тульских засек, вып. 2 государственного лесного заповедника «Тульские засеки», М., 1937. [3]. В. В. Попов. Научные основы выращивания широколиственных насаждений в Северной лесостепи. Изд-во АН СССР, М., 1960.

УДК 634.0.165.6

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГИСТО-АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОБЕГОВ ХИМЕРНОГО ТОПОЛЯ «КАЗАХСТАНСКИЙ-272» И КОМПОНЕНТОВ ПРИВИВКИ

С. А. ПЕТРОВ, В. Б. СКУПЧЕНКО

Алма-Атинская ЛОС КазНИИЛХа

В литературе описано много фактов получения путем прививок форм, несущих промежуточные признаки прививаемых компонентов [5] и рассматриваемых некоторыми исследователями в качестве вегетативных гибридов [2], [8] и др. Данных о получении прививочных химер у тополей сравнительно мало [1], [5], [6].

В 1965 г. экспериментальным путем мы получили химерную форму от прививки тополя Бахофена (*Populus Bchofeni*) на тополь итальянский пирамидальный (*P. nigra*, cv. *italica*) [6]. Компоненты прививки по своему положению в системе рода *Populus* и биологическим свойствам резко отличаются друг от друга. Заманчивой представлялась задача синтеза в одном организме положительных качеств обоих компонентов. Однако гибридизация их не дает положительных результатов. Тополь Бахофена и тополь итальянский пирамидальный трудно скрещиваются между собой, а гибридное потомство имеет пониженную жизнеспособность. Поэтому и возникла идея получения химерной формы.

Прививочная химера по комплексу морфологических признаков отнесена нами к типу периклиналиных химер с покровом из тополя Бахофена и вложением из тополя итальянского пирамидального и близка к категории так называемых «прививочных гибридов» в понимании Ч. Дарвина. Химерный тополь имеет пирамидальную крону, характерную для подвоя — тополя итальянского пирамидального. Однолетние побеги темно-песочного цвета, по окраске коры занимают промежуточное положение между топелем итальянским пирамидальным и топелем Бахофена. Чечевички мельче, чем у подвоя, светлее. Почки по величине такие же, как у подвоя, но с более широким основанием. Молодые побеги бело-войлочно-опушенные, что свойственно привою. Листья треугольные, цельные, по краю крупнозубчатые, с нижней стороны бело-войлочно-опушенные. Таким образом, по морфологии листьев химера занимает промежуточное положение между привоем и подвоем. Строение пыльников характерно для подвоя. Оригинальная и имеющая научную ценность химерная форма описана нами и размножается под сортовым названием тополь «Казахстанский-272» [7]. Морфологические особенности химеры полностью наследуются вегетативным потомством.

Характерная особенность химерных форм — их способность к вегетативному расщеплению, то есть к спонтанной индивидуализации компонентов прививки в течение вегетативного роста [3]. В наших опытах случаи вегетативного расщепления также имели место при размножении химеры стеблевыми черенками. Как правило, расщепление наблюдалось при повреждении верхушечной почки побегов, в результате чего побег начинает ветвиться, что связано с образованием силлептических побегов. В «чистом» виде выщеплялся только тополь итальянский пирамидальный. В специально выполненном эксперименте по индуцированному расщеплению химерной формы методом, описанным А. Е. Васильевым [4], также удалось вызвать вегетативное расщепление химеры, однако и в этом случае выщеплялся только тополь итальянский пирамидальный.

Гисто-анатомическое строение побегов химерной формы в сравнении с компонентами прививки изучали на продольных и поперечных срезах, сделанных на расстоянии 6 см от вершин побегов. Срезы толщиной 15—20 мкм получали на вибрационном микротоме с направляющими плоскостями конструкции В. Б. Скупченко, без предварительной фиксации и заливки объектов твердыми средами. В результате выяснены следующие особенности строения побегов изучаемых тополей.

Тополь Бахофена. Снаружи побеги покрыты очень тонкой кутикулой. Пробка состоит из пяти слоев мертвых тонкостенных, сморщенных клеток (рис. 1). Феллоген однослойный. Под ним четко выделяются три слоя удлиненных вдоль побега клеток колленхимы с утолщенными стенками. Ближе к лубяным волокнам колленхима состоит из более крупных, округлых, толкостенных клеток. В клетках колленхимы прослеживаются друзы кристаллов. Лубяная часть побега довольно широкая. Склеренхима на периферии луба состоит из отдельных лубяных волокон, расположенных в виде одинарной цепочки. В сечении волокна имеют округлую, овальную или удлиненную форму. Между лубяными волокнами встречаются склерейды. Ксилема относительно плотная. Хорошо выражена поздняя древесина. Очертания ксилемы имеют вид пятиконечника с небольшими вогнутостями. Крупные сосуды сконцентрированы, в основном, в ранней древесине. Сердцевина состоит из полностью отмерших клеток, не имеющих содержания.

Тополь итальянский пирамидальный. Снаружи побеги покрыты довольно толстой прозрачной кутикулой. Клетки пробки толстостенные, пустые, расположены в пять слоев (рис. 2). Феллоген однослойный. Колленхима целиком состоит из удлиненных, вытянутых вдоль побега клеток. На периферии колленхимы имеются единичные склерейды. Клетки колленхимы содержат большое количество друз кристаллов. Лубяная часть побега сравнительно узкая. На периферии луба располагается внешняя цепочка крупных лубяных волокон. Отдельные мелкие лубяные волокна или их узкие полоски встречаются также в некоторых местах по концам «звездочки» ксилемы во флорме под основной склеренхимой луба. Ксилема имеет вид пятиконечника с достаточно большими вогнутостями. Она характеризуется наличием большого количества крупных сосудов и отличается значительно большей рыхлостью, чем ксилема тополя Бахофена. Сердцевина целиком состоит из живых округлых, крупных клеток, содержащих большое количество кристаллических включений.

Тополь «Казахстанский-272». Снаружи побеги покрыты менее толстой, чем у тополя итальянского пирамидального, легко отслаивающейся кутикулой (рис. 3). Пробка состоит из пяти-шести слоев мертвых, сморщенных, пустых клеток. Феллоген однослойный. Колленхима, как и у тополя итальянского пирамидального, состоит в основном из продольно удлиненных клеток. Новый характерный для химеры признак — наличие в колленхиме около феллогена по всему периметру побега групп склерейд, количество которых у тополя итальянского пирамидального в этой части побега очень незначительно, а у тополя Бахофена они вообще отсутствуют и наблюдаются только в области лубяных волокон. Для химеры также характерна значительно более высокая степень развития повторений лубяных волокон, которые располагаются в непосредственной близости от ксилемы и окружают сплошными узкими дугами закругленные концы ее звездочки. Ксилема по своим очертаниям занимает промежуточное положение между компонентами прививки. Клетки сердцевинки, как и у тополя итальянского пирамидального, живые, содержат большое количество кристаллических включений.

Сравнительный анализ полученных материалов свидетельствует о том, что по большинству анатомических показателей побеги химерного тополя ближе к подвою, хотя в них не удается выделить в чистом виде гистологические структуры компонентов прививки. По некоторым признакам (наличие в коре склерейд, образование лубяных повторений) химера индивидуальна, отлична от исходных компонентов.

Тополь «Казахстанский-272» весьма декоративен, характеризуется высокой укореняемостью (до 85%) зимних стеблевых черенков, быстрым ростом (в двухлетнем возра-

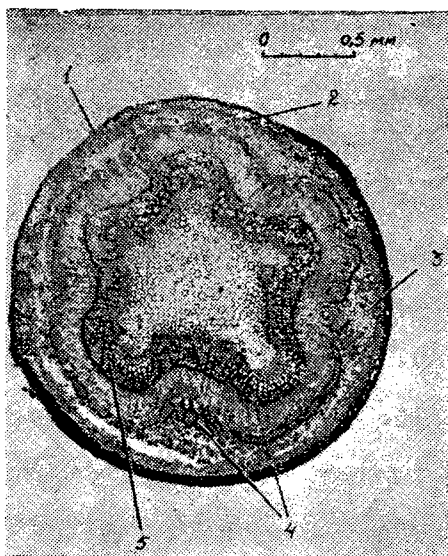


Рис. 1. Поперечный срез побега тополя Бахофена.

1 — пробка; 2 — феллоген; 3 — колленхима; 4 — лубяные волокна; 5 — ксилема.



Рис. 2. Поперечный срез побега тополя итальянского пирамидального.

1 — пробка; 2 — чечевички; 3 — феллоген; 4 — колленхима; 5 — лубяные волокна; 6 — ксилема.

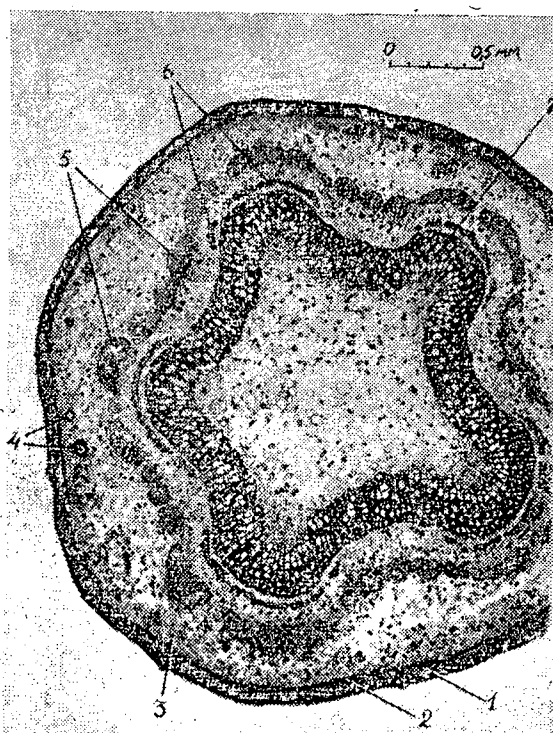


Рис. 3. Поперечный срез химерного тополя «Казахстанский-270».

1 — пробка; 2 — феллоген; 3 — колленхима; 4 — склеренды; 5 — лубяные волокна; 6 — повторения лубяных волокон; 7 — ксилема.

сте достигает высоты 410 см), устойчивостью к вредителям и болезням и может быть с успехом использован в лесных культурах и озеленительных насаждениях.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. Л. Богданов. Химеры у тополей. Труды Ленинградского общества естествоиспытателей, т. 44, вып. 2, 1935. [2]. П. Л. Богданов. Вегетативные гибриды у тополей. Доклады АН СССР, т. 54, № 4, 1946. [3]. А. Е. Васильев. Вегетативное расщепление у тополей и его закономерности. Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР, вып. 48, 1963. [4]. А. Е. Васильев. Индуцированная инверсия компонентов у периклиальных химер тополей. Доклады АН СССР, т. 164, № 6, 1965. [5]. Н. П. Кренке. Химеры растений. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1947. [6]. С. А. Петров, П. А. Рязанцева. Экспериментальное получение трех новых химер тополя. Вестник сельскохозяйственной науки, № 5, Алма-Ата, 1966. [7]. С. А. Петров, П. А. Рязанцева. Новый химерный тополь «Казахстанский-272». Вестник сельскохозяйственной науки, № 6, Алма-Ата, 1968. [8]. В. Н. Ржавитин. Вегетативная гибридизация растений. Ученые записки Мордовского государственного университета, вып. 10, 1960.

УДК 634.0.232

ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ ЮЖНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

В. Ф. ЧОПЕНКО

Анивский лесхоз Сахалинской области

Литературные данные о лесных культурах Южных Курильских островов крайне ограничены [2], поэтому изучение местного лесокультурного опыта представляет несомненный теоретический и практический интерес.

В 1966 г. нами были заложены три постоянные пробные площади упрощенного типа. Пробная площадь № 1 заложена в культурах ели мелкосеменной — обособленной островной формы ели аянской [2]. В пределах СССР эта порода произрастает только на Южных и Средних Курильских островах и в лесокультурном отношении совершенно не изучена.

Культуры находятся в квартале 43, близ бухты Церковной (о. Шикотан). Созданы посевом на площади 8 га. Участок представляет собой северо-восточный склон крутизной 18—25°, слабо защищенный от ветра. Микрорельеф выражен незначительно. Почва горно-лесная бурая суглинистая, слабо фрагментарная*.

В подлеске небольшие куртины курильского бамбука высотой 15—30 см, единично сухих восточный (кустарниковая форма). На значительной части участка травяной покров отсутствует. Встречаются «пятна» осок, плаунов и зеленых мхов.

Самосев почти полностью состоит из пихты, несмотря на то, что по количеству деревьев на пробе эта порода составляет только 5,5%. В средних условиях освещенности на 1 м² насчитывается 10—15 шт. самосева в возрасте 3—7 лет, в настоящее время культура представляет собой насаждение из ели мелкосеменной (76 лет) с примесью пихты сахалинской естественного происхождения (80—250 лет). Таксационная характеристика культур (без пихты) приведена в табл. 1.

Стволы ели полндревесны, очищены от сучьев до высоты 8—12 м. Повреждений вредителями не отмечено. Однако 19,8% деревьев на пробе поражены грибом, вызывающим болезнь, подобную раку ели обыкновенной на Сахалине. Заболевание приурочено к месту прикрепления опавших сучьев в нижней части ствола и сопровождается обильным смолотечением.

Культуры лиственницы японской (пробная площадь № 2) расположены в квартале 181 Южно-Курильского лесхоза, вблизи горы Мечникова (о. Кунашир). Образовались они в результате естественного изреживания семянцев на заброшенном питомнике. Местоположение ровное. Участок хорошо защищен от ветра. В последние годы появился единичный самосев пихты сахалинской, ели мелкосеменной и диморфанта высотой 0,2—0,3 м. Несмотря на то, что лиственница уже несколько лет плодоносит, ее самосева нет. Подлесок из редкой малины сахалинской, единичных бузины Микеля и ивы Хультена. До 15% деревьев обвивает гортензия. Травяной покров густой, с преобладанием осок и какалии кобевидной.

Культура представляет собой чистое насаждение. Таксационная характеристика его приведена в табл. 1. Насаждение здоровое, повреждений вредителями и заболе-

* Характеристика почв всех трех пробных площадей дана совместно с В. А. Рожковым.

Таблица 1

№ пробной площади	Порода	Возраст, лет	Количество деревьев на 1 га, шт.	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Сумма площадей поперечного сечения, м ²	Полнота	Класс бонитета	Запас на 1 га, м ³
1	Ель мелкосеменная*	76	1700	22,8	16,5	69,1	1,9	III	648,5
2	Лиственница японская	23	1930	16,0	11,3	39,0	1,3	Ia	240,7
3	Пихта сахалинская*	33	850	23,4	12,4	36,7	1,0	II	236,8

* Приведены данные без естественной примеси других пород.

ваний не обнаружено. В последние годы большой ущерб лиственнице нанесли мышевидные грызуны, которые повредили до 25% деревьев, причем нередко до степени отмирания.

В этом же урочище (кварталы 180 и 181) находятся культуры пихты сахалинской площадью 10 га (проба № 3).

Участок представляет собой очень старую вырубку с единичными полусгнившими пнями. Склон юго-западный, пологий (3—5°), среднезащищенный от ветра. Микро-рельеф слабо выражен. В подлеске небольшие куртины курильского бамбука, редко бересклеты и смородина сахалинская, единично калина Райта. Травяной покров крайне неравномерный — из осок, щитовника, папоротника-орляка, седмичника европейского и майника двулистного. Возраст самосева пихты 4—9 лет; его количество резко колеблется от 0 до 300 шт. на 1 м². Более старый самосев, очевидно, не выживает. В под-росте единичные вяз лопастнолистный, рябина горькая и клен красивый. Почва лесная бурая суглинистая, без щебня, довольно мощная.

Культуры представляют собой смешанное насаждение, в котором естественная примесь к пихте сахалинской (ели мелкосеменной, клена красивого, вяза лопастно-листного и долинного, черемухи айнской и березы) составляет 18% (по количеству деревьев). Среднее расстояние между рядами 5,4 м, в ряду 1,5 м (1,2—2 м). Густота посадки — 1200 шт. на 1 га. Деревья сомкнулись кронами как в ряду, так и в между-рядьях, однако очищение стволов от сучьев только началось.

Анализ помещенных в таблице данных показывает, что все насаждения высоко-производительны. Средний прирост по запасу пихты равен 7,2 м³, ели — 8,5, листвен-ницы — 10,5 м³. Средний прирост по диаметру наиболее высок у пихты — 0,71 см, у лиственницы — 0,70 см, у ели — только 0,30 см. Если высокий прирост лиственницы по диаметру объясняется биологическими особенностями этой породы, то у пихты — главным образом редкой посадки, низкий прирост ели — густым стоянием. Средний прирост по высоте, естественно, наибольший у лиственницы — 0,49 м, у пихты — 0,38 м, у ели — всего 0,22 м.

Редкая густота посадки пихты (1200 шт./га) обеспечила хорошие условия для светового и почвенного питания деревьев, что обусловило высокую производительность. Несмотря на медленный рост этой породы в первые 10—15 лет, в 33 года пихта имеет запас 236,8 м³, высокий средний прирост по диаметру и вполне удовлетвори-тельный по высоте. Есть все основания полагать, что в дальнейшем запас будет накапливаться еще быстрее, так как последние годы пихта резко усилила рост в высоту.

Полученные нами данные согласуются с результатами исследований, проведенных на о. Хоккайда (Япония) [3], почвенно-климатические условия которого сходны с условиями о. Кунашир.

Проведенная работа позволяет сделать основной вывод, что высокопроизводи-тельные культуры темнохвойных пород могут быть созданы при сравнительно низкой густоте посадки. Опыт лесных культур на Южных Курильских островах имеет практическое значение не только для Курил, но и для Сахалина, а возможно, и для материковой части Дальнего Востока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Д. П. Воробьев. Растительность Курильских островов, М., 1965. [2] Н. А. Попов. Леса Южных Курильских островов и перспективы их использования. Мате-риалы по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока, Красноярск, 1963. [3] Н. А. По-пов. О росте культур пихты. Журн. Хоккайдского лесного общества, т. 30, № 10, Саппоро, 1932.

УДК 634.0.5

ДИНАМИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛНОТЫ В ПРОРЕЖИВАЕМЫХ ЕЛЬНИКАХ ЗАКАРПАТЬЯ

А. И. ПИТИКИН

Карпатский филиал УкрНИИЛХА

Естественный отпад стволов происходит в течение всей жизни насаждения. Однако в древостоях, не достигших возраста естественной спелости, полнота обычно восстанавливается.

Многие исследователи [1]—[8], [10] отмечают, что в насаждениях, пройденных рубками ухода, полнота древостоев, благодаря усиленному приросту по диаметру, со временем также восстанавливается.

В результате вырубki деревьев по низовому методу в насаждении довольно продолжительное время нет отпада стволов, если, конечно, уход проведен на высоком уровне (без повреждения крон и корней остающихся деревьев). Тогда связь текущего прироста по запасу $z_M^{\text{тек}}$, наличных запасов M_A, M_{A-n} в возрасте A и $A-n$ лет и отпада $M^{\text{отп}}$ выразится так:

$$z_M^{\text{тек}} = M_A - M_{A-n} + M^{\text{отп}} = M_A - M_{A-n} + 0.$$

Весь текущий прирост идет на накопление запаса древостоев, то есть он становится равным текущему изменению запаса. По данным наших расчетов (табл. 1), текущий прирост по запасу при полноте древостоев 0,8 в 1,2—3,1 раза выше, чем при полноте 1,0. Аналогичная картина наблюдается и при сравнении текущего изменения запаса в редких древостоях и в древостоях, ранее развивавшихся по линии среднеполнотных.

Таким образом, темпы накопления древесины в прореживаемых насаждениях выше, чем в непрореживаемых. Это обуславливает восстановление полноты в древостоях, пройденных рубками ухода.

Таблица 1

Полнота	Текущее изменение запаса, м ³ , в зависимости от возраста, лет							
	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100
1,0	15,0	15,3	13,9	11,6	9,5	6,8	5,3	3,8
0,8	17,3	19,7	20,4	19,4	17,8	15,7	13,5	11,9

В лесоводственной практике при решении вопросов, связанных с проведением рубок ухода, большое значение имеют сроки восстановления полноты. Для расчетов нами использованы материалы 44 пробных площадей, заложенных в ельниках Закарпатья 1а класса бонитета на высоте 850—1200 м над уровнем моря. Пробные площади представлены древостоями разной густоты.

В средних по густоте древостоях изменение числа стволов с возрастом в период с 20 до 100 лет происходит по уравнению $N = \frac{57979}{A} + 65$, в редких — $N = \frac{43265}{A} + 46$. Древостой с полнотами 0,8 ($N = \frac{45756}{A} + 16$) и 0,7 ($N = \frac{26866}{A} + 105$) до проведения рубок ухода или выборочных рубок имели густоту, близкую к средней, что подтверждается анализами хода роста по высоте и диаметру модельных деревьев и учетом сохранившихся после рубки пней.

Для расчета сроков восстановления полноты использовали выравненные значения запаса и текущего прироста по запасу. В полных древостоях запас вычисляли по формуле $M = GHF$, как это принято при составлении таблиц хода роста. Запас древостоев с полнотами 0,8 и 0,7 определяли из уравнений

$$M_{0,8} = 0,000503A^3 - 0,20185A^2 + 26,178A - 385,5;$$

$$M_{0,7} = 0,000369A^3 + 0,00594A^2 + 10,683A - 137,2.$$

Текущий прирост, полученный по данным обмера 13—18 модельных деревьев на каждой пробной площади, выравнивали аналитически, по уравнениям параболы третьего порядка

$$z_M^{\text{тек}} = aA^3 + bA^2 + cA + d.$$

На конкретном примере покажем, как рассчитаны сроки восстановления полноты. Например, имеем 60-летнее насаждение с полнотой 0,8 и запасом 567,1 м³. В течение 6 лет его запас увеличится на $18,2 * 6 = 109,2$ м³ и в 66 лет станет равным $567,1 + 109,2 = 676,3$ м³. Отмечая это на графике запасов (рис. 1), видим, что полнота насаждения становится равной 0,9. Далее ведем расчет прироста для древостоев с полнотой 0,9. В период с 66 до 72 лет запас древостоя увеличится на

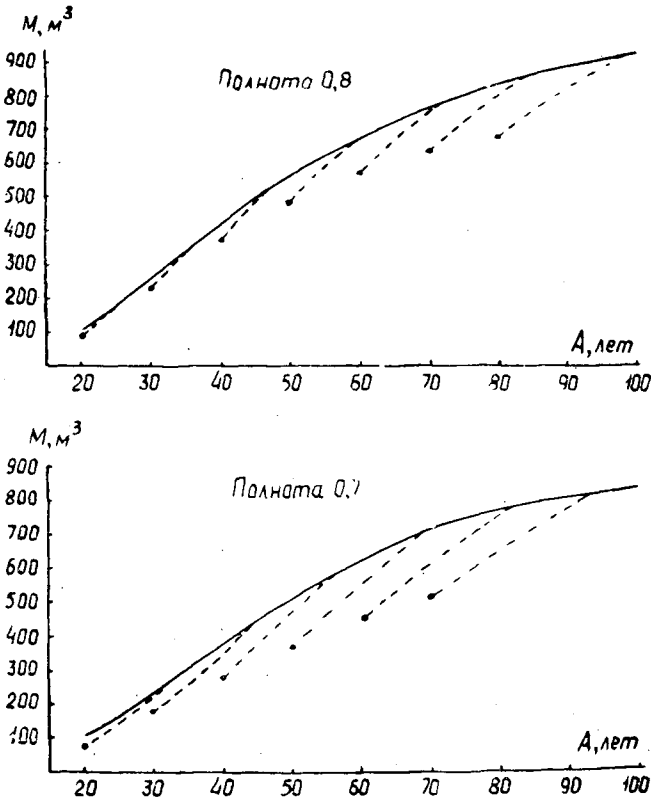


Рис. 1.

$17,6^{**} \times 6 = 105,6$ м³ и будет равен $676,3 + 105,6 = 781,9$ м³, что соответствует полноте 1,0 (рис. 1). Таким образом, потребуется примерно 12 лет, чтобы насаждение восстановило полноту до 1,0. По изложенной методике были вычислены сроки, в течение которых восстанавливается полнота древостоев (табл. 2).

Таблица 2

Начальная полнота	Сроки восстановления полноты до 1,0, лет, в возрасте, лет						
	20	30	40	50	60	70	80
0,8	5	6	7	10	12	15	19
0,7	12	14	16	19	22	24	—

* Прирост в возрасте, соответствующем середине учитываемого периода (63 года).

** Прирост в возрасте, соответствующем середине учитываемого периода (69 лет).

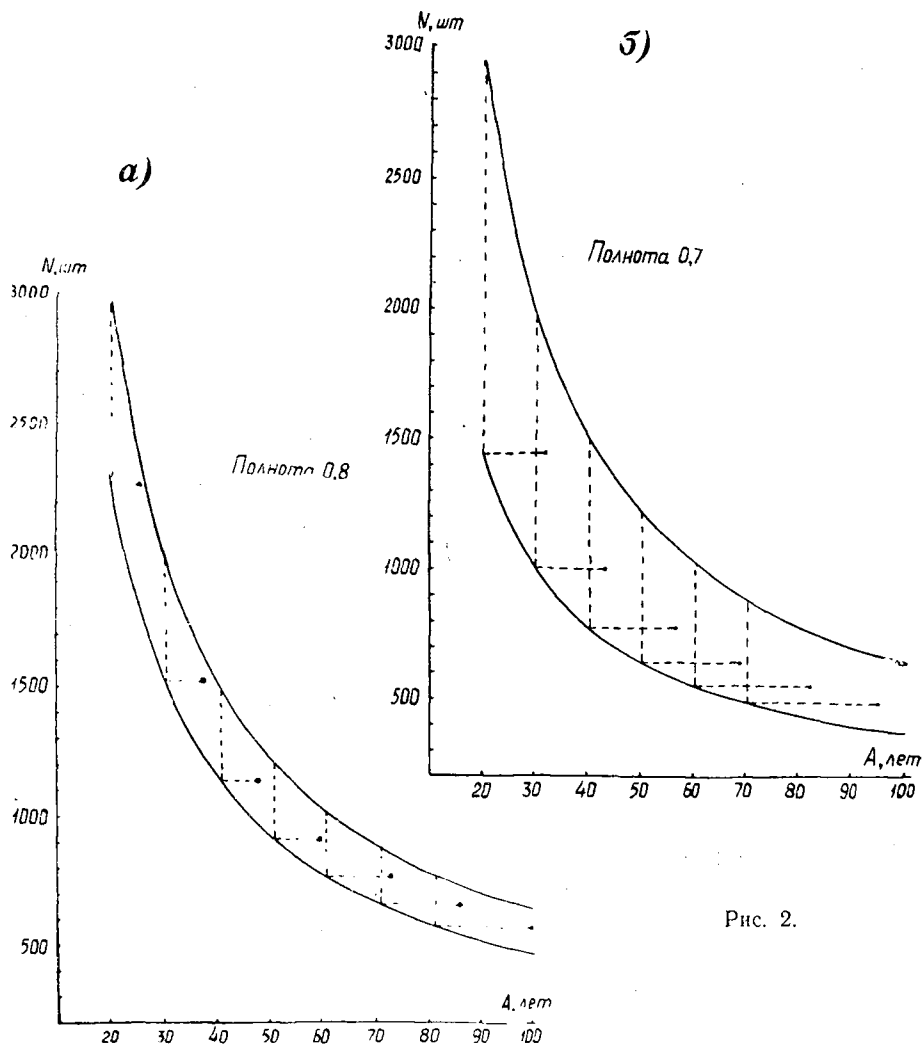


Рис. 2.

Приведенные сроки существенно не отличаются от сроков, установленных разными авторами ([1], [7], [8], [4], [10] и др.) на постоянных пробных площадях. Это говорит о том, что применяемый способ расчета достаточно обоснован и правилен.

Данные табл. 2 показывают, что наиболее быстро восстанавливается полнота в молодых насаждениях. С возрастом этот процесс значительно затягивается. С повышением степени разреживания древостоев сроки восстановления полноты также увеличиваются, однако это увеличение не пропорционально уменьшению полноты. Так, при изреживании древостоев на 30% сроки примерно в 2 раза выше, чем при изреживании на 20%. Поэтому в молодых насаждениях следует проводить более частые рубки ухода с вырубкой до 30% начального запаса; в более старых, когда полнота восстанавливается медленнее, интенсивность рубок должна быть снижена, а промежутки между ними увеличены.

Откладывая на графике изменения числа стволов с возрастом (рис. 2, а, б) сроки восстановления полноты, убеждаемся, что полнота 1,0 восстанавливается раньше, чем насаждение по числу стволов сравнивается с наибольшей средних по густоте древостоев. При изреживании древостоев до полноты 0,7 насаждения достигают высшей полноты редких древостоев, так как они к этому времени имеют близко равные запасы, видовые числа и количество деревьев на единице площади [9]. Это объясняется тем, что при низовом прореживании запас уменьшается медленнее, чем число стволов.

Таким образом, в процессе восстановления полноты формируются насаждения с новыми качествами и другими закономерностями в росте, чем на контрольных непрореженных участках. Это имеет весьма важное значение в лесоводственной практике. Выращивание густых насаждений целесообразно в хозяйственном отношении. Они дают мелкую древесину и в сильной степени страдают от ветровалов и буреломов. Средние по густоте и редкие древостои более устойчивы к воздействию ветра. К тому же возраст технической спелости по крупным и средней крупности сортаментам (толщина в верхнем отрубе выше 13 см) наступает на 10 лет раньше, чем в густых.

Еловые леса Советских Карпат в основном представлены перегущенными молодняками. Если в них проводить интенсивные рубки ухода, то через короткое время молодняки восстановят полноту и начнут развиваться по линии более редких древостоев. Тем самым увеличится товарная стоимость древостоев, а также их устойчивость к ветровалям и буреломам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Воропанов. Результаты влияния проходных рубок на ельники. Известия Поволжского ЛТИ, вып. 2, 1933. [2]. Б. И. Гаврилов. Сосновое хозяйство быстрого прироста. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1961. [3]. Н. П. Георгиевский. Рубки ухода за лесом. Гослесбумиздат, М.—Л., 1957. [4]. А. В. Давыдов. Научные основы и практика рубок ухода за лесом. Автореферат докторской диссертации, Л., 1956. [5]. Н. Е. Декатов. Интенсификация лесного хозяйства и повышение производительности лесов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965. [6]. В. В. Загреев. Текущий прирост и общая продуктивность насаждений. Сб. «Лесное хозяйство», 1963. [7]. И. М. Науменко. Рост сосновых культур в условиях Воронежской области. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. V, 1939. [8]. В. В. Памфилов. Влияние различных степеней изреживания насаждений на текущий прирост по запасу и качеству его. Автореферат диссертации, Воронеж, 1949. [9]. А. И. Питикин. Рост и производительность ельников Закарпатья разной густоты. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1967. [10]. А. Ф. Черкасов. Рост и развитие порослевых дубняков в условиях Черноземного центра под влиянием рубок ухода. Автореферат диссертации, Воронеж, 1967.

УДК 634.0.232

О ВЛИЯНИИ ПОДСЫХАНИЯ ДВУХЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ НА ИХ ПРИЖИВАЕМОСТЬ И РОСТ

В. И. ШУБИН, М. Ф. ЧЕСНОКОВА

Институт леса Карельского филиала АН СССР

Предохранение сеянцев от высыхания перед посадкой — одно из важных условий, обеспечивающих высокую приживаемость культур. Вопрос о влиянии подсыхания сеянцев на результаты посадки наиболее обстоятельно изучали М. Т. Камкамидзе [2] в Московской области и М. Д. Дашкевич [1] в Хреновском лесничестве. Сравнивая данные их исследований, можно прийти к выводу, что чем севернее район, тем больше продолжительность возможного нахождения сеянцев на воздухе без отрицательных последствий. Однако отсутствие опытных данных не позволяет судить о предельных сроках выдерживания посадочного материала.

В мае 1963 и 1964 г. мы поставили опыты для выявления возможной продолжительности пребывания двухлетних сеянцев сосны на воздухе. Сеянцы рыхлыми пучками по 25—30 шт. перед посадкой выдерживали в тени и на солнце в 1963 г. в течение 5, 10, 30 и 60 мин, а в 1964 г. — еще и 90 мин.

Сеянцы высаживали под меч на вересково-паловой вырубке в неподготовленную почву. Контролем служили сеянцы, высаживаемые обычным способом, без преднамеренного выдерживания на воздухе.

В 1963 г. опыты были поставлены с выдерживанием сеянцев утром, днем и вечером; в 1964 г. — утром и днем. Данные о температуре и влажности воздуха в дни проведения опыта в местах размещения сеянцев приведены в табл. 1.

Погода была безоблачная, ветер слабый и только в опыте 1963 г. в вечерние часы наблюдалось увеличение скорости ветра до средней.

Приживаемость и сохранность саженцев по вариантам опыта определяли осенью в год посадки и на 3—4-й год, рост саженцев по высоте и диаметру стволика — весной 1967 г.

Таблица 1

Год и время наблюдений	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %
1963 г.	$\frac{14,8}{17,6}$	$\frac{54}{48}$
9 ч. 30 м.	$\frac{19,4}{24,0}$	$\frac{36}{25}$
13 ч. 00 м.	$\frac{18,6}{23,6}$	$\frac{44}{23}$
16 ч. 30 м.		
1964 г.	$\frac{9,8}{14,4}$	$\frac{54}{44}$
9 ч. 30 м.	$\frac{18,0}{22,4}$	$\frac{34}{22}$
13 ч. 00 м.		

Примечание. В числителе данные при выдерживании семян в тени; в знаменателе — на солнце.

Таблица 2

Год и время наблюдений	Возраст посадки, лет	Приживаемость и сохранность семян, %, при выдерживании на воздухе, мин							
		0 (контроль)	5	10	30	60	90		
1963 г.	утро	1	$\frac{99}{99}$	$\frac{92}{94}$	$\frac{100}{96}$	$\frac{100}{94}$	$\frac{87}{94}$	—	
		4	$\frac{94}{94}$	$\frac{92}{79}$	$\frac{100}{89}$	$\frac{100}{96}$	$\frac{83}{80}$	—	
	полдень	1	$\frac{87}{87}$	$\frac{86}{83}$	$\frac{95}{81}$	$\frac{78}{71}$	$\frac{28}{36}$	—	
		4	$\frac{75}{75}$	$\frac{41}{53}$	$\frac{79}{75}$	$\frac{69}{40}$	$\frac{26}{27}$	—	
	вечер	1	$\frac{84}{84}$	$\frac{90}{96}$	$\frac{95}{90}$	$\frac{78}{82}$	$\frac{91}{4}$	—	
		4	$\frac{53}{53}$	$\frac{67}{72}$	$\frac{84}{88}$	$\frac{69}{73}$	$\frac{91}{4}$	—	
	1964 г.	утро	1	$\frac{86}{86}$	$\frac{77}{93}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{96}{83}$	$\frac{92}{64}$	$\frac{72}{19}$
			3	$\frac{78}{78}$	$\frac{67}{89}$	$\frac{100}{92}$	$\frac{92}{76}$	$\frac{73}{—}$	$\frac{60}{8}$
полдень		1	$\frac{94}{94}$	$\frac{87}{92}$	$\frac{93}{80}$	$\frac{45}{52}$	$\frac{73}{26}$	$\frac{28}{8}$	
		3	$\frac{86}{86}$	$\frac{78}{71}$	$\frac{72}{83}$	$\frac{41}{48}$	$\frac{58}{13}$	$\frac{22}{4}$	

Примечание. В числителе данные при выдерживании семян в тени; в знаменателе — на солнце.

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что в первый год приживаемость саженцев, выдерживаемых на воздухе в утренние часы, была высокой во всех вариантах опыта.

Резкое снижение приживаемости саженцев происходит после выдерживания их в дневные часы на солнце в течение 30 мин, а в тени — 60 мин. Отрицательное влияние подсыхания в вечерние часы проявилось после выдерживания семян на солнце в течение часа.

На четвертый год сохранность посадок (1963 г. была высокой. Наблюдаемые в отдельных случаях резкие (на 30—45%) снижения количества сохранившихся саженцев, по сравнению с их приживаемостью в год посадки, не связаны с продолжительностью выдерживания семян на воздухе перед посадкой и вызваны другими причинами (поражения фацидиозом, повреждения хрустом и птицами).

Результаты опыта 1964 г. несколько отличаются от результатов ранее описанного опыта тем, что резкое снижение приживаемости саженцев наступает при меньшей продолжительности выдерживания растений на воздухе перед посадкой. Так, при посадке в полдень значительное снижение приживаемости отмечено после 30-минутного выдерживания семян на солнце. Возможно, что это различие вызвано более засушливой погодой. По данным Петрозаводской метеостанции, в 1964 г. осадков выпало в мае на 48, в июне на 23, а в июле на 37% меньше, чем в эти же месяцы 1963 г.

Так же как и в первом опыте, сохранность посадок на третий год была высокой. В двух случаях при посадке в полдень отмечен повышенный (25—35%) отпад, но тоже при непродолжительных сроках выдерживания семян на воздухе перед посадкой.

Таблица 3

Год и время наблюдений	Время выдерживания на воздухе, мин	Диаметр, мм	Высота, см	Текущий прирост за последние 3 года, см		
1963 г.	утро	0 (контроль)	6,2	19,9	5,6	
		5	<u>3,9</u> 4,3	<u>13,5</u> 14,4	<u>3,7</u> 3,9	
		10	<u>6,3</u> 5,6	<u>25,9</u> 19,9	<u>7,2</u> 6,4	
		30	<u>7,0</u> 6,1	<u>22,7</u> 22,1	<u>6,5</u> 6,6	
		60	<u>4,6</u> 4,3	<u>14,0</u> 13,7	<u>4,1</u> 3,5	
		полдень	0 (контроль)	6,9	22,0	6,4
	полдень	5	<u>5,5</u> 5,2	<u>15,0</u> 14,8	<u>4,4</u> 4,6	
		10	<u>8,0</u> 6,0	<u>26,5</u> 22,4	<u>7,7</u> 6,1	
		30	<u>6,9</u> 4,6	<u>22,2</u> 14,5	<u>6,5</u> 3,7	
		60	<u>6,5</u> 5,6	<u>19,2</u> 23,1	<u>5,3</u> 6,3	
		вечер	0 (контроль)	6,9	23,3	7,1
			5	<u>9,6</u> 9,3	<u>21,4</u> 29,0	<u>8,5</u> 8,5
	10		<u>7,5</u> 7,0	<u>24,5</u> 20,4	<u>7,1</u> 6,1	
	30		<u>6,3</u> 8,9	<u>22,3</u> 28,7	<u>6,8</u> 8,2	
	60		<u>9,4</u> 5,5	<u>18,7</u> 12,0	<u>5,1</u> 2,8	
	1964 г.		утро	0 (контроль)	3,9	13,9
		5		<u>5,1</u> 3,6	<u>11,7</u> 11,0	<u>3,1</u> 3,6
		10		<u>4,7</u> 4,0	<u>9,1</u> 12,4	<u>2,6</u> 3,9

Продолжение табл. 3

Год и время наблюдений	Время выдерживания на воздухе, мин	Диаметр, мм	Высота, см	Текущий прирост за последние 3 года, см
полдень	30	3,8	9,4	2,9
		4,4	12,9	4,3
	60	3,2	9,6	3,0
		1,8	5,5	1,7
	90	3,0	9,2	2,5
		2,3	6,5	1,4
	0 (контроль)	4,4	13,6	4,5
	5	5,8	12,9	3,9
		3,0	8,5	2,6
	10	3,8	11,1	3,5
		4,0	11,9	3,5
	30	2,6	7,4	2,0
		3,0	8,5	3,6
	60	2,3	7,4	2,3
2,3		5,2	1,4	
90	2,4	7,5	2,3	
	1,6	8,0	3,0	

Примечание. В числителе данные при выдерживании семян в тени; в знаменателе — на солнце.

В опыте 1963 г. продолжительность выдерживания семян на воздухе перед посадкой не отразилась на росте четырехлетних посадок сосны (табл. 3). Имеющиеся, часто значительные, различия в росте семян скорее можно объяснить неоднородностью почвы вырубке, чем отрицательным влиянием выдерживания растений на воздухе перед посадкой.

В опыте 1964 г. при выдерживании растений перед посадкой на воздухе в течение 90; 60 и иногда 30 мин наблюдается замедление роста саженцев.

Таким образом, там, где по условиям опыта отмечено снижение приживаемости саженцев, в дальнейшем наблюдается более медленный рост растений.

Отсутствие отрицательных последствий от длительного (30—40 мин) выдерживания семян на воздухе в тени указывает на возможности широкого применения посадочных автоматов в условиях Севера.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. Д. Дашкевич. Не оставлять открытыми корни семян. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1960. [2]. М. Т. Камкаидзе. Подсыхание посадочного материала как одна из основных причин низкой приживаемости и плохого развития культур. Труды Всесоюзного заочного лесотехнического института, № 1, 1955.

УДК 634.0.5

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ДИАМЕТРАМИ КРОН И СТВОЛОВ У ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В УСЛОВИЯХ ВЕЛИКО-АНАДОЛЬСКОГО ЛЕСА

И. И. СТАРЧЕНКО

Мариупольская лесная опытная станция

Взаимосвязь между размером кроны и диаметром ствола на высоте 1,3 м исследована нами на пробных площадях, характеристика которых представлена в табл. 1.

Соотношение между диаметрами стволов на высоте 1,3 м и крон у дуба показано в табл. 2. В последней графе, как и в последующих таблицах, в числителе указан коэффициент корреляции, в знаменателе — показатель достоверности. Коэффи-

Таблица 1

№ пробной площади	Тип условий местопрорастания	Возраст культур, лет	Состав	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Полнота	Подлесок
1	D ₂	21	8Д2Яс. пуш, ед. Бх. ам	12,1	12,2	1,0	Акация желтая
2	D ₁₋₂	21	7Д3Яс.об.ед. Кл. остр	9,0	11,0	0,9	Жимолость татарская, берест, груша
3	"	34	7Д1Яс. пуш 2Кл. остр (2-й ярус — клены остролиственный и татарский)	11,3	12,1	0,9	—
4	"	37	6Д4Гр, ед. Кл. остр (2-й ярус — граб)	24,8	16,0	0,9—1,3	Граб, акация желтая, клены
5	"	44	10Д, ед. Лп. мелк	15,0	14,2	1,0	—
6	"	46	10Д	17,4	15,2	0,8	Жимолость татарская, свидина
7	"	50	10Д	18,0	16,5	0,8—1,0	Гордовина

Таблица 2

№ пробной площади	Количество измеренных деревьев	Средний диаметр стволов, см	Средний диаметр крон, м	Соотношение между средними диаметрами стволов и крон	Коэффициент корреляции r/t
1	191	13,1	2,6	20	0,823/36
2	50	8,0	1,9	24	0,822/17
3	80	13,3	3,3	25	0,797/20
4	102	14,8	3,0	20	0,640/11
5	134	15,0	2,7	18	0,710/18
6	124	17,5	2,6	15	0,650/13
7	164	17,7	3,5	20	0,726/20

коэффициент корреляции наиболее высок в молодняках, независимо от их происхождения и условий местопрорастания, в более взрослых насаждениях (34—50 лет) он ниже. Размеры кроны варьируют сильнее (78%), чем диаметры стволов (23,9%). П. С. Кондратьев [1] указывает, что в изреженных сосняках коэффициент корреляции меньше, чем в полных (0,583 против 0,965). Для выяснения степени значения полноты в дубняках мы использовали пробную площадь № 7. В 1934 г. (когда древостой был в возрасте 18 лет) на контрольной секции полнота составляла 1,0, на секции Б она была снижена до 0,75, на секции В — до 0,64 и на секции Г — до 0,53. Через 30 лет коэффициент корреляции между диаметрами стволов и крон был равен: на секции А — 0,726/11, на секции Б — 0,777/24, на секции В — 0,590/11 и на секции Г — 0,496/7. Наименьшим корреляционным коэффициентом характеризуются деревья на секциях с сильным изреживанием, особенно на последней секции. Приведенные данные подтверждают выводы П. С. Кондратьева.

Рассмотрим соотношение между диаметрами стволов и протяженностью (длиной), а также поверхностью крон. Протяженность крон измеряли у меньшего количества стволов, чем диаметры крон (за исключением пробы № 4). Поэтому для сравнительной характеристики исследуемой корреляции ее повторно вычисляли для одного и того же количества стволов. Поверхность крон S определяли по формуле для эллипсоида вращения $S = 5.7hr$, где h — протяженность кроны, r — средний радиус кроны.

Коэффициент корреляции между диаметрами стволов, крон, протяженностью и поверхностью крон показан в табл. 3. Корреляция между диаметром стволов и протяженностью крон несколько меньше, чем между диаметрами стволов и крон, диаметром и поверхностью крон. Разница в коэффициентах корреляции между диаметрами стволов и крон, с одной стороны, и диаметрами стволов и поверхностью крон, с другой, незначительна.

Таблица 3

№ пробной площади	Количество измеренных деревьев	Коэффициент корреляции		
		между диаметрами стволов и кро́н	между диаметрами стволов и протяженностью кро́н	между диаметрами стволов и поверхностью кро́н
1	29	0,877/20	0,625/5	0,822/14
2	50	0,822/17	0,750/12	0,788/15
4	102	0,640/11	0,609/10	0,700/14
Среднее		0,728	0,650	0,744

Для правильного расчета интенсивности рубок ухода важное значение имеет соотношение между диаметрами стволов, кро́н и площадями питания деревьев. Результаты исследований на пробных площадях № 2 и 3 показаны в табл. 4.

Таблица 4

№ пробной площади	Количество измеренных деревьев	Коэффициент корреляции		
		между диаметрами стволов и кро́н	между диаметрами стволов и расстояниями между деревьями	между диаметрами кро́н и расстояниями между деревьями
2	61	0,885/32	0,640/8	0,533/6
3	80	0,797/20	0,265/3	0,237/2

Из таблицы следует, что корреляция между диаметрами стволов и кро́н более тесна, чем между размерами кро́н и стволов, с одной стороны, и расстояниями между деревьями, с другой. Но в тесноте связи между диаметрами стволов и расстояниями и между диаметрами кро́н и расстояниями разница незначительна.

Рассмотрим эти соотношения на пробной площади № 4. Коэффициенты корреляции равны: между диаметром стволов и площадью проекции кро́н 0,640/11, между диаметром стволов и площадью питания 0,420/5 и между площадью проекции кро́н и площадью питания 0,710/14. Площадь питания исчисляли как половину расстояния между исследуемыми деревьями и соседними. В тех случаях, когда вблизи дерева не было, за границу площади питания принимали проекцию кроны исследуемого дерева.

Большой научный и производственный интерес представляет вопрос о соотношениях между приростом по диаметру стволов и диаметром стволов, кро́н и площадями питания. Результаты исследований этих соотношений приведены в табл. 5. На пробных площадях № 2 и 4 рассматривается прирост за 3 года, № 3 — за 6 лет.

Таблица 5

№ пробной площади	Секции	Прирост по диаметру, см/%	Коэффициент корреляции	
			между приростом по диаметру и диаметром ствола	между приростом по диаметру ствола и диаметром кроны
2	А	0,9/11,7	0,619/6	0,532/4
	В	1,3/16,8	0,513/5	0,481/4
3	А	1,8/15,6	0,533/8	0,536/7
	В	1,8/16,5	0,372/4	0,546/6
4	—	0,85/6,0	0,815/28	0,430/6
Среднее			0,570	0,505

На пробной площади № 4 исследовали корреляцию между приростом по диаметру стволов и площадью питания (0,240/3) и между приростом по диаметру стволов и протяженностью кро́н (0,685/13). Из этих данных видно, что прирост по диаметру стволов очень слабо связан с площадью питания. Следует учитывать при этом втулирующую роль подлеска.

Особенности кро́н лишь частично объясняют варьирование прироста по диаметру стволов у дуба черешчатого в условиях Велико-Анадольского леса, примерно в такой же степени, как в условиях Теллермановского леса у ясеня обыкновенного [2].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. С. Кондратьев. Взаимосвязь между кроной сосны и диаметром ствола. Сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева, вып. XXIX, 1957. [2]. Чжан Ши Цзюй. Взаимосвязь прироста дерева по диаметру с особенностями его кроны. «Ботанический журнал» № 11, 1966.

УДК 634.0.81:3.3

СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ДРЕВЕСИНЕ СОСНЫ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

В. А. КОЗЛОВ, Н. А. КОРОТКИХ, А. П. МАТЮШКИНА

Институт леса Карельского филиала АН СССР

В литературе имеются сведения о применении минеральных удобрений и микроэлементов в лесном хозяйстве [1], [4], [6]. Один из путей решения вопроса о величине потребности в элементах минерального питания древесных пород — изучение минерального состава древесины деревьев разного возраста, произрастающих в разных экологических условиях.

Авторы сделали попытку применить метод эмиссионного спектрального анализа при изучении зольного состава древесины сосны обыкновенной. В одной из работ [7] подробно рассмотрены имеющиеся методики по определению зольного состава древесины различных пород. В основном они относятся к качественному и частично количественному анализу содержания таких элементов, как натрий, кальций, калий и магний.

В Нелгозерском лесничестве Кондопожского лесхоза для анализа было отобрано 15 модельных деревьев, из них 6 растущих (возраст 129—135 лет) и 9 сухостойных разного времени усыхания. Образцы для анализа были вытиснены в июне 1967 г. на высоте 1,3 м.

Таксационные показатели древостоя следующие: тип леса — сосняк бруснично-беломошный, состав — 10С, средний возраст — 180 лет, полнота — 0,7, средний диаметр — 28 см, средняя высота — 21 м, рельеф пересеченный, почва супесчаная.

Для растущих деревьев изучали распределение элементов по диаметру ствола. Подготовленные образцы озоляли при 600°C. Состав полученной золы определяли на кварцевом спектрографе ИСП-30. После этого навески золы перемешивали с окисью никеля и угольным порошком в весовом соотношении 1:1:40. Подготовленные таким образом пробы набивали в угольные электроды и сжигали в дуге переменного тока 20 а. Спектры фотографировали втроекратно на спектрографические пластинки (тип 1) с экспозицией 1 мин, а затем фотометрировали на микрофотометре МФ-4.

В работе использована методика, разработанная для анализа зольных элементов в целлюлозе [2]. Внутренним стандартом служил никель.

Средние данные спектрального количественного анализа приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Элемент	Содержание элементов в золе, %, на расстоянии от центра среза, мм					
	0	22	35	70	80	83
Si	0,62	0,56	0,56	0,59	0,74	1,41
Mn	0,93	1,00	1,13	0,85	0,85	0,65
Mg	8,32	8,30	8,51	7,24	8,91	8,71
Fe	0,87	0,83	0,93	0,78	1,44	1,32
Al	1,23	1,32	1,55	1,26	1,32	4,07
Ca	26,30	30,20	26,92	25,12	25,70	25,70
Cu	0,08	0,07	0,08	0,13	0,13	0,14
Na	3,47	3,16	2,82	2,88	5,35	4,27

Примечание. Данные средние для 6 модельных деревьев, средний диаметр 16 см.

Анализ распределения элементов по диаметру ствола у растущих деревьев позволил выявить следующие закономерности. Наиболее богата минеральными элементами древесина внешних слоев заболони. Повышенное содержание марганца и кальция наблюдалось в ядровой части ствола. Аналогичные данные были получены В. Н. Козловым [5] для сосны Среднего Урала.

Таблица 2

Элемент	Содержание элементов в золе, %, в зависимости от продолжительности усыхания, лет									
	0	1	15	25	35	45	55	75	86	свыше 100
Si	0,87	1,68	3,37	2,03	1,91	4,40	6,04	3,42	4,95	5,63
Mn	0,90	4,98	5,90	4,88	4,36	1,81	3,44	5,26	6,96	5,20
Mg	8,33	5,56	4,77	4,54	5,76	4,70	3,30	7,67	4,86	4,52
Fe	1,03	2,33	2,12	0,83	0,51	1,02	1,10	0,55	0,53	0,71
Al	1,32	0,92	1,36	1,43	1,14	2,56	1,74	1,38	1,74	2,31
Ca	26,66	20,99	20,78	19,94	16,70	13,78	15,29	17,24	14,85	15,74
Cu	0,11	0,09	0,04	0,06	0,05	0,07	0,05	0,055	0,067	0,054
Na	3,66	1,90	2,06	0,89	0,91	1,03	1,17	1,04	1,03	1,20
Зольность, % от абс. сухого веса	0,221	0,241	0,150	0,300	0,256	0,166	0,41	0,293	0,249	0,359

Из табл. 1 видно, что по мере усыхания древесина обедняется кальцием, натрием, медью и магнием, но накапливается кремний, марганец и алюминий.

При сопоставлении наших данных с результатами определения зольного состава репродуктивных органов сосны следует отметить, что общее содержание золы в репродуктивных органах значительно выше (в 8—15 раз), чем в древесине (табл. 3). Элементарный состав золы репродуктивных органов и древесины отличается главным образом по содержанию кальция и кремния.

Таблица 3

Элемент	Содержание элементов в золе, %, в разных частях растения				
	мужские почки	женские почки	однолетние шишечки	пыльца	древесина
Si	4,00	4,80	3,10	1,67	0,76
Mn	0,81	0,89	0,72	0,58	0,90
Mg	10,5	12,90	12,40	5,50	8,22
Fe	0,52	0,61	0,51	0,98	1,03
Al	1,67	2,20	2,02	1,23	1,34
Ca	3,46	7,40	1,47	12,30	26,65
Na	1,5	1,85	1,30	1,62	3,50
Зольность, % от абс. сухого веса	1,73	1,46	2,92	3,96	0,25

Примечание. Данные о зольном составе репродуктивных органов сосны взяты из работы Е. Ф. Дюккнева и др. [3].

Таким образом, для изучения влияния минеральных удобрений и микроудобрений на рост растений необходимо проводить анализ минеральной части не только древесины, но и всех частей и органов дерева.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. Г. Ганюшкина, Н. О. Соколов. Воздействие биологически активных веществ на семена березы карельской и спиреи японской. Сб. «Возобновление леса на вырубках и выращивание семян в питомниках», Карельское книжное изд-во, Петрозаводск, 1964. [2]. ГОСТ 10473—63. Целлюлоза для химической переработки. [3]. Е. Ф. Дюккнев, Г. М. Козубов, А. Б. Литвинов, А. П. Матюшкина. Количественный спектральный анализ репродуктивных органов некоторых хвойных пород. Сб. «Вопросы селекции, семеноводства и физиологии древесных пород Севера», Карельское книжное изд-во, Петрозаводск, 1967. [4]. В. Я. Капост. Значение микроэлементов при выращивании посадочного материала. Сб. «Повышение продуктивности леса», изд-во «Зинатне», Рига, 1968. [5]. В. Н. Козлов и др. О химическом составе золы древесных углей. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1967. [6]. Р. К. Салаяев, С. А. Дыренков, З. А. Вересова. О влиянии местных минеральных удобрений на азотное и фосфорное питание и рост однолетних семян сосны. Сб. «Возобновление леса на вырубках и выращивание семян в питомниках», Карельское книжное изд-во, Петрозаводск, 1964. [7]. H. Wazny. Folia Forestalia Polonica, № 7, Seria B, 1966.

УДК 634.0.228 : 634.0.241

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ ПРИ ОСВЕТЛЕНИИ

М. Е. МАЙОРОВ

Белорусское лесоустроительное предприятие

Формирование состава древостоя — важная народнохозяйственная задача. Увеличение доли участия хвойных и твердолиственных пород в составе древостоя способствует повышению его производительности.

Известную трудность представляет определение вырубаемого количества деревьев и изымаемого запаса древесины для получения желательного состава древостоя после рубки. Задача эта может быть решена следующим образом. Допустим, что на 1 га произрастает 11,9С + 11,5Б = 23,4 тыс. шт. деревьев, что соответствует составу 5,1С4,9Б. Такой состав 10-летнего древостоя, сформировавшегося после сплошно-лесосечной рубки, неудовлетворителен с хозяйственной точки зрения, и его необходимо изменить, проводя осветление сосны путем удаления березы. Учитывая ценность березы как почвоулучшающей породы, часть ее стволиков необходимо оставить в составе. Смешанный сосново-березовый древостой более устойчив против энтомофитов и в пожарном отношении.

Вероятнее всего, оптимальным составом формируемого при осветлении древостоя может быть 7С3Б. Количество стволиков березы, подлежащих удалению, определяем по уравнению

$$\frac{n_c}{m_{с\%}} = \frac{n_b - x}{m_{б\%}}$$

где n_c — количество сосны, тыс. шт.;

n_b — количество березы, тыс. шт. на 1 га перед рубкой (при других видах рубки ухода вместо количества деревьев могут быть использованы объемы древесины по породам);

$m_{с\%}$ — заданное количество сосны, % или единицы состава;

$m_{б\%}$ — заданное количество березы;

x — количество стволиков березы, которое необходимо удалить.

Подставив в данное уравнение соответствующие значения, получим $\frac{11,9}{7} = \frac{11,5 - x}{3}$, откуда $x = 6,4$ тыс. шт. березы. После проведения рубки на участке останется $11,5 - 6,4 = 5,1$ тыс. шт. стволиков березы. В результате рубки на участке будет $11,9С + 5,1Б = 17,0$ тыс. шт. по количеству, или 7С3Б по составу.

В целях облегчения регулирования состава в процессе рубки запланированное в рубку количество березы необходимо перевести в кубометры (плотные и складочные). Получаемые по предлагаемой методике показатели могут быть использованы и для плано-экономических расчетов.

УДК 634.0.231.4

ХАРАКТЕР РОСТА ПОРОСЛИ ДУБА ЛЕТНЕГО НА ВЫРУБКАХ

В. М. БОРИСОВ

Вязовский учебно-опытный лесхоз Саратовского СХИ

В Саратовской области 69% покрытой лесом площади занимает дуб летний порослевого происхождения. Рубки в дубовых низкоствольниках проводят сплошными узкими лесосеками 100-метровой ширины, направленными на порослевое возобновление дуба летнего. Однако в результате этих рубок очень часто происходит нежелательная смена пород, снижаются продуктивность и товарность древостоев, а иногда и защитные свойства леса.

Мы изучали рост поросли дуба летнего в 20-метровых окнах группово-выборочных рубок и на сплошных вырубках в квартале 62 Вязовского лесничества Вязовского

учлесхоза, где материнский древостой был удален осенью 1963 г. Исследования проводили по частям окна или вырубки (северная, центральная и южная на сплошной вырубке и дополнительно восточная и западная части в окне). В каждой части окна (вырубки) на 50 порослевин навешивали бирки и наблюдали за ростом через каждые 1—2 дня.

По нашим наблюдениям, поросль дуба летнего растет скачками, то есть за вегетационный период образует несколько побегов. Так, в 1967 г. поросль дала первый побег в конце апреля — начале мая, потом в течение 35—40 дней закладывались верхушечные почки, а затем 52—66% порослевин дали второй побег. Третьего побега в 1967 г. не было, хотя дуб летний в условиях Юго-Востока может давать и третий побег (в 1965 и 1966 гг. 2—3% порослевин имели третий побег).

Таблица 1

Время наблюдений	Рост поросли в высоту в весенне-летний период, см							
	на 100-метровой вырубке			в окне группово-выборочной рубки				
	север	центр	юг	центр	север	восток	запад	юг
1967 г.								
27 апреля	0	0	0	0,4	0,7	0,3	0	0,1
30 "	0,7	0,2	0,3	3,2	4,0	3,3	2,2	2,2
2 мая	1,9	0,6	0,8	5,3	6,7	5,4	3,9	5,2
4 "	4,5	1,4	1,9	7,6	8,6	6,8	6,1	7,1
6 "	8,6	5,6	5,1	9,0	9,3	8,0	7,4	9,1
8 "	9,6	7,0	6,1	9,0	9,3	8,0	7,4	9,1
10 "	11,5	7,8	6,8	—	—	—	—	—
16 июня	0	0	0	1,3	0,5	0,4	0,2	0,5
18 "	1,1	0,6	0,6	6,3	3,5	2,8	2,3	3,2
20 "	6,0	3,5	2,9	13,8	8,3	8,9	6,6	10,3
22 "	10,5	7,9	6,3	19,2	12,5	14,4	9,5	15,6
24 "	14,0	10,6	9,1	22,1	14,9	16,9	11,4	18,2
26 "	14,0	10,7	9,1	22,1	15,0	16,9	11,7	18,5
Всего	25,5	18,5	15,9	31,1	24,3	24,9	19,1	27,6
1968 г.								
5 мая	0	0	0	0,5	0,5	0,1	0,1	0,2
8 "	0,5	1,2	0,8	2,5	2,6	2,0	2,0	2,0
10 "	2,3	3,2	2,2	5,7	5,9	5,1	4,3	4,1
13 "	9,7	11,7	8,6	17,4	18,1	15,4	11,8	18,0
15 "	17,0	19,6	16,6	18,5	19,0	16,7	15,3	18,7
25 июня	0,2	0,3	0,3	1,1	1,4	0,4	0,2	0,3
27 "	1,5	1,6	1,5	3,7	3,9	1,8	1,5	1,6
30 "	6,8	6,2	5,0	8,8	7,5	5,3	4,6	4,8
2 июля	11,9	11,0	9,8	13,6	12,4	10,5	8,9	11,7
4 "	15,0	14,6	12,1	16,0	14,5	13,5	13,5	15,2
6 "	16,7	14,9	14,0	16,6	14,9	14,1	13,7	15,5
Всего	33,7	34,5	30,6	35,1	33,9	30,8	29,0	34,2

В 1968 г. поросль начала расти с 5 мая, и первый побег сформировался окончательно 15 мая, то есть рост первого побега закончился за 10 дней (табл. 1). Верхушечная почка формировалась в течение последующих 40 дней, затем в течение 10—12 дней формировался второй побег, который был уже у 63—75% порослевин, что объясняется повышенным количеством осадков в июне—июле и пониженной температурой воздуха.

На сплошных вырубках поросль начинает рост на 3—5 дней позже, чем в окнах группово-выборочных рубок, что в засушливых условиях Юго-Востока благоприятствует лучшему росту поросли в окнах, где за время снеготаяния накапливается влага в почве больше, чем на сплошной вырубке. В окнах температура воздуха на 2—3° выше, чем на сплошных вырубках, а света вполне достаточно, так как первый побег появляется одновременно с распусканием листьев на деревьях.

Рост второго побега в окне начинается также на 1—2 дня раньше, чем на вырубке, но заканчивается одновременно с первым, так как рост его в окне замедлен из-за недостатка света. В целом за вегетационный период в окнах группово-выбо-

рочных рубок можно получить больший прирост, чем на сплошной вырубке. Наиболее быстро поросль растет не после распускания почек, а когда побег достиг 4—6 см, в это время суточный прирост отдельных порослевин может достигать 12 см и более.

Способность дуба летнего давать по 2—3 побега за вегетационный период имеет большое лесохозяйственное значение, поскольку вторые и третьи побеги при благоприятных условиях увеличивают прирост дуба летнего в 2—3 раза, что способствует более быстрому выходу поросли дуба в первый ярус и уменьшает опасность ее заглушения второстепенными породами.

Но многие неблагоприятные факторы внешней среды мешают нормальному росту поросли. Дуб принадлежит к растениям с моноподиальным типом ветвления. На конце вершинного побега сидят 3—5—7 кучно расположенных почек, из которых главная развивается в вершинный побег, а остальные не развиваются совсем или дают боковые побеги. По нашим наблюдениям, очень часто верхушечные почки совсем не закладываются или слабо развиты и не могут дать нормального вершинного побега. Так, в 1966 г. на сплошной вырубке 100-метровой ширины не было заложено верхушечных почек у 31% порослевин, в 1967 г. — у 28,6% и в 1968 г. — у 34,7%; в окнах группово-выборочных рубок не было почек соответственно у 26,4, 23,8 и 27,1% порослевин.

Очень часто верхушечная почка, иногда вместе с последним побегом, гибнет от зимних холодов, весенних заморозков (в момент раскрытия почек). Так, в осенне-зимний период 1966/67 гг. на сплошной вырубке 100-метровой ширины почки погибли, причем у 15,3% порослевин вместе с верхушечным побегом. В окнах группово-выборочных рубок такого явления не наблюдалось.

Главный побег дуба летнего в ранней стадии роста страдает также и от поздних весенних заморозков. Так, в 1966 г. в результате поздних весенних заморозков на сплошной вырубке были полностью побиты листья уже распустившейся поросли и на 50% — молодые побеги этого же года. Максимальной была повреждаемость в северной и западной частях вырубки.

В окнах группово-выборочных рубок поросль не была повреждена, лишь в центре некоторых окон были побиты заморозками единичные верхушечные листья у некоторых порослевин.

Большой вред нормальному росту поросли дуба летнего причиняют лоси. По двухлетним данным, в окнах группово-выборочных рубок они повреждают 35—27,3%, а на сплошной вырубке 100-метровой ширины 21,3—17,4% порослевин. Ежегодное обкусывание поросли дуба приводит к ее сильному кущению и очень плохому росту в высоту. Так, в кварталах 18 и 19 Саратовского лесничества Вязовского учлесхоза в окнах группово-выборочных рубок поросль у пней превратилась в «веники» высотой до 50—70 см, поросль дуба летнего так сильно раскустилась, что даже трудно найти главные стволы.

Таким образом, в случае гибели или отсутствия главной почки главную ось ствола продолжает наиболее развитый побег из нижележащих почек, моноподиальный тип ветвления переходит в симподиальный, и в этом месте ствол искривляется.

Многочисленные повреждения верхушечных побегов приводят к заметному снижению энергии роста поросли, производительности и товарности дубовых порослевых древостоев. Так, после сильных апрельских заморозков 1966 г., когда на сплошной вырубке было повреждено 50% порослевин, новые побеги появились лишь спустя 44 дня, в то время как при повреждении почек 18 июня 1967 г., когда первые побеги закончили рост, уже через 10 дней появился новый побег из смежной почки.

Поросль дуба летнего в окнах группово-выборочных рубок находится в более благоприятных условиях роста, чем на вырубках.

УДК 634.0.181.8

ЦВЕТЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ЛАТВИЙСКОЙ ССР

А. А. ДРЕЙМАНИС

Латвийская сельскохозяйственная академия

Фенологию цветения сосны обыкновенной в условиях Латвийской ССР до последнего времени почти не изучали, но данные о цветении этой породы необходимы для успешного решения ряда вопросов лесной селекции и семеноводства. Цветение сосны обыкновенной в различных местах ее ареала зависит от местных климатических условий [2]—[7].

В Латвийской ССР фенологические наблюдения проведены в 1968—1970 гг. в Смильтенском леспромхозе (57,4° с. ш., средняя температура года 4—6°С,

осадков около 650 мм в год). Фенофазы для мужских цветков выделены по методике Н. Бородиной [1], а женских — Н. Котеловой [3] и показаны в табл. 1.

Таблица 1

Год наблюдений	Фенофаза			
	освобождение мужского цветка от чешуи	начало лёта пыльцы	массовый лёт пыльцы	конец лёта пыльцы
1968	22. V	2. VI	4 — 6. VI	15. VI
1969	28. V	9. VI	10 — 11. VI	17. VI
1970	23. V	1. VI	4 — 5. VI	10. VI

От освобождения мужского цветка до начала лёта пыльцы проходит 10—13 дней. Массовый лёт начинается через 2—4 дня и продолжается в течение 2—3 дней.

Лёт пыльцы мы наблюдали в первой половине июня в течение 8—13 дней. В 1968 г. 6—10 июня отмечалась пасмурная и дождливая погода, поэтому период лёта пыльцы был растянут.

По трехлетним данным, началу лёта пыльцы соответствовала сумма эффективных температур 230—250°C, а концу — 330—370°C.

Наблюдения за развитием женских шишек проведены в семенной плантации сосны Смильтенского ЛПХ. Фенофазы женских шишек показаны в табл. 2.

Таблица 2

Год наблюдений	Массовое наступление фенофазы				
	прижатой почки	стоячей почки	бутона	открытых шишек	закрытых шишек
1968	9. V	23. V	29. V	3. VI	8. VI
1969	16. V	30. V	4. VI	10. VI	15. VI
1970	10. V	20. V	26. V	1. VI	6. VI

Женские шишки, еще покрытые чешуей, можно различить рядом с вегетативной почкой в фазе прижатой почки в конце первой или во второй декаде мая. В это время женская шишка еще прижата к вегетативной почке. Фаза стоячей почки наступает через 10—14 дней. За это время женская шишка отделяется от вегетативной почки и несколько увеличивается в размере. В фазе стоячей почки размеры ее увеличиваются, и она хорошо заметна рядом с вегетативной почкой. В этой фазе (5—6 дней) женская шишка еще покрыта чешуей. Освобождение ее от чешуи происходит в фазе бутона в течение 6—7 дней. Начинается оно с верхнего конца, где видны семенные чешуи красноватого цвета. Постепенно от чешуи освобождается вся женская шишка. В конце этой фазы она достигает нормальных размеров. В фазе открытой шишки семенные чешуи отодвигаются друг от друга и стоят перпендикулярно оси шишки. В это время пыльца имеет открытый доступ к семязпочке, и может произойти опыление. Фаза открытой шишки наступала в первой декаде июня и продолжалась 5—6 дней. В различные годы сроки начала этой фазы колебались до 10 дней, в зависимости от температурных условий в весенний период.

Более подробные наблюдения в 1970 г. за цветением 10 клонов в семенной плантации показали, что клоны отличаются по срокам наступления фаз. Наступление фазы бутона различается на 4 дня. Освобождение женской шишки от чешуи длится от 5 до 7 дней. Наступление фазы открытой шишки протекает в течение 5 дней. Следовательно, есть клоны, которые могут опыляться раньше или позже других. Фаза открытой шишки для одного клона продолжается 4—5 дней, после чего семенные чешуи смыкаются, и пыльца не имеет доступа к семязпочке. При искусственных скрещиваниях следует учитывать эти особенности развития женских шишек. Пыльца высыпается через день после вступления клона в фазу открытой шишки. Это значит, что женские шишки могут улавливать пыльцу раньше, чем раскроются пыльники того же клона. Лёт пыльцы клона продолжается в среднем 3 дня.

Пыльца разных клонов высыпается также не одновременно, в зависимости от индивидуальных особенностей клона.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Бородина. Методика фенологических наблюдений над растениями семейства *Pinaceae*. Бюллетень Главного ботанического сада, вып. 57, 1965. [2]. А. Ермаolenko. Техника гибридизации анемофильных древесных растений. Записки Харь-

ковского сельскохозяйственного института, вып. 1—2, т. 2, 1939. [3]. Н. Котелова. Влияние самоопыления и перекрестного опыления на качество семян и сеянцев сосны обыкновенной. Научно-техническая информация Московского лесотехнического института, № 20, 1956. [4]. Т. Некрасова. Плодоношение сосны в Западной Сибири. Изд-во СО АН СССР, Новосибирск, 1960. [5]. И. Седельникова. Цветение, семеношение и рост потомства в зависимости от возраста материнских деревьев в борах Прииртышья. Автореферат диссертации. Алма-Ата, 1964. [6]. В. Яровенко. Лёт пыльцы сосны обыкновенной в условиях юга лесостепи. Тезисы докладов научной конференции Харьковского сельскохозяйственного института 25—29 апреля 1966 г., вып. 5, 1966. [7]. R. S a r g a s. Pollen dispersal within and between subpopulations; role of isolation and migration in microevolution of forest tree species. XIV IUFRO-Kongress, III, Munchen, 1967.

УДК 674

ЗАВИСИМОСТЬ УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ ОТ ГЛУБИНЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗЦА В ДРЕВЕСИНУ ПРИ ОБРЕЗКЕ СУЧЬЕВ *

М. Я. ОБРОСОВ

ЦНИИМЭ

При исследовании процесса силового перерезания сучьев возникает задача математического описания характера изменения усилия резания с изменением глубины внедрения резца в древесину. На основе опытов Ф. М. Манжоса, Ю. В. Плотников [6] впервые аппроксимировал экспериментальные диаграммы и получил усилие резания в функции пути резца.

В настоящей статье эта зависимость выводится аналитически. По данным Ф. М. Манжоса [5], при силовом перерезании сучьев зависимость усилия резания от диаметра сучьев носит параболический характер.

Значит, аналитическое выражение усилия резания в функции диаметра сучьев можно искать только в виде полинома второй степени относительно указанного диаметра

$$P = Ad_c + Bd_c^2, \quad (1)$$

где A и B — коэффициенты, зависящие от породы деревьев, влажности древесины, скорости резания, угла встречи режущей кромки ножа с волокнами.

И действительно, как следует из схемы рис. 1, усилие резания

$$P = 2N(f \cos \delta + \sin \delta) + P_n, \quad (2)$$

где N — сила нормального давления на грань резца;

P_n — сила сопротивления движению резца, действующая на его лезвие (сила надрезания);

f — коэффициент трения древесины по материалу резца;

δ — угол заострения резца.

Сила нормального давления древесины на грань резца

$$N = q_{ср} \frac{S}{\cos \delta},$$

где $q_{ср}$ — среднее удельное давление древесины на грань резца;

S — проекция перерезанной площади на направление резания.

Силу надрезания определим по формуле, предложенной С. А. Воскресенским [2] для резца-нити,

$$P_n = 2q_l \rho (1 + f) b,$$

где q_l — удельное давление древесины на лезвие резца;

ρ — радиус затупления резца;

b — действующая ширина резца.

* Работа выполнена на кафедре теории и конструирования машин Московского лесотехнического института под научным руководством проф., доктора техн. наук Б. А. Тавбеда.

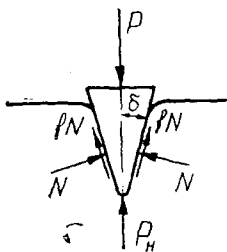


Рис. 1. Схема сил, действующих на резец при внедрении в древесину.

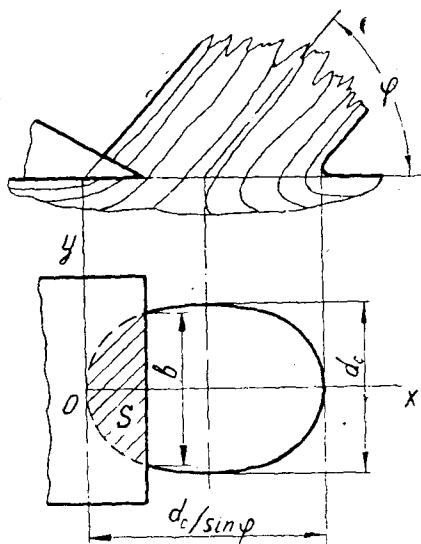


Рис. 2. Геометрические характеристики плоскости среза сука.

Усилие резания

$$P = 2q_{cp}(f + tg\delta)S + 2q_{np}(1 + f)b. \quad (3)$$

Обозначим:

$$2q_{cp}(f + tg\delta) = K_1; \quad (4)$$

$$2q_{np}(1 + f) = K_2. \quad (5)$$

тогда

$$P = K_1S + K_2b. \quad (6)$$

В исследованиях Ф. Е. Захаренкова [4] и Н. А. Шипилина [7] приведены развернутые уравнения для определения усилия резания при обрезке сучьев. Однако все эти уравнения также сводятся к выражению (6). Равенства (1) и (6) по характеру зависимости совершенно идентичны, это еще раз говорит в пользу уравнения (1).

Таким образом, при силовом перерезании сучьев усилие резания можно представить в виде двух слагаемых: одно пропорционально перерезанной площади, другое пропорционально действующей ширине реза. При этом коэффициенты приобретают следующий физический смысл:

K_1 — проекция действующих на грани реза сил на направление резания, отнесенная к единице перерезанной площади; K_2 — проекция действующих на лезвие реза сил на направление резания, отнесенная к единице действующей ширины реза.

Уравнение (6) позволяет получить зависимость усилия резания от глубины внедрения реза в древесину при силовом перерезании сучьев. Сечение сука в плоскости резания представляет собой эллипс с малой осью d_c и с большой $\frac{d_c}{\sin \varphi}$ (φ — угол вставания сука).

Направив оси координат, как показано на рис. 2, получим уравнение эллипса

$$y = \pm \sin \varphi \sqrt{\frac{d_c}{\sin \varphi} x - x^2}.$$

Перерезанная площадь сука в функции глубины внедрения реза в древесину.

$$S(x) = 2 \int_0^x y dx = 2 \sin \varphi \int_0^x \sqrt{\frac{d_c}{\sin \varphi} x - x^2} dx.$$

После интегрирования и подстановки получим

$$S(x) = \frac{d_c^2}{4 \sin \varphi} \arccos \frac{d_c - 2x \sin \varphi}{d_c} - \frac{d_c - 2x \sin \varphi}{2} \sqrt{\frac{d_c}{\sin \varphi} x - x^2}. \quad (7)$$

Действующая ширина реза как функция глубины внедрения реза в древесину

$$b(x) = 2y = 2 \sin \varphi \sqrt{\frac{d_c}{\sin \varphi} x - x^2}. \quad (8)$$

Среднее удельное давление древесины на грань реза

$$q_{cp}(x) = \frac{\int_0^x q(x) dx}{x},$$

где $q(x)$ — удельное давление древесины на грань реза в функции глубины внедрения реза в древесину.

Существует несколько гипотез о распределении удельного давления по передней грани реза. С. А. Воскресенский [3] приходит к выводу, что «...при внедрении реза в массив древесины вообще наиболее вероятно распределение давления по грукде-реза по выпуклой кривой».

При силовом перерезании сучьев, в отличие от внедрения реза в массив древесины, к концу срезания сука происходит перераспределение давления на грань реза. из-за уменьшения усилия резания вследствие некоторого отгиба сука. Однако, как показал Ю. В. Плотников, при больших скоростях перерезания (свыше 7 м/сек), например, при гравитационной подаче деревьев, отгиба сука не происходит. В этом случае распределение удельного давления на грань реза ничем не отличается от распределения давления при внедрении реза в массив древесины. Это положение справедливо и при любых скоростях силового перерезания сучьев на пути внедрения реза до $2/3$ диаметра сука.

Известно, что относительная деформация древесины в прирезцовой зоне достигает 50% и более. Вместе с тем, в условиях сжатия древесины в замкнутом пространстве при относительной ее деформации в пределах от 3—6 до 50—70% напряжение сжатия остается практически постоянным и может быть принято в качестве среднего удельного давления на грань реза. Для сосны это давление $q_{cp} = 2 \text{ кг/мм}^2$. По данным А. Т. Вагина [1], среднее удельное давление на лезвие реза для всех пород $q_n = 35 \text{ кг/мм}^2$.

Коэффициенты K_1 и K_2 , согласно уравнениям (4) и (5), при силовом перерезании сучьев не зависят от глубины внедрения реза в древесину на пути, примерно равном $2/3$ диаметра сука, а при больших скоростях резания — на всем пути реза.

В этом случае зависимость усилия резания от глубины внедрения реза в древесину можно представить в виде

$$P(x) = K_1 S(x) + K_2 b(x). \quad (9)$$

Подставив в уравнение (9) значения $S(x)$ и $b(x)$ из равенств (4) и (5), получим

$$P(x) = K_1 \left[\frac{d_c^2}{4 \sin \varphi} \arccos \frac{d_c - 2x \sin \varphi}{d_c} - \frac{d_c - 2x \sin \varphi}{2} \sqrt{\frac{d_c}{\sin \varphi} x - x^2} \right] + 2K_2 \sin \varphi \sqrt{\frac{d_c}{\sin \varphi} x - x^2}. \quad (10)$$

Среднее усилие резания при перерезании сука

$$P_{cp} = \frac{\int_0^{\frac{d_c}{\sin \varphi}} P(x) dx}{\frac{d_c}{\sin \varphi}}. \quad (11)$$

Подставив значение усилия резания из уравнения (10) в выражение (11) и интегрируя, найдем

$$P_{cp} = K_1 \frac{\pi d_c^2}{8 \sin \varphi} + K_2 \frac{\pi d_c}{4}. \quad (12)$$

Уравнение (12) можно использовать для экспериментального определения численных значений коэффициентов K_1 и K_2 , а следовательно, и для вычисления следующих величин, входящих в уравнения (4) и (5): средних удельных давлений древесины на грани и лезвие резца и коэффициента трения древесины по материалу резца.

Определим, например, численные значения коэффициентов K_1 и K_2 для условий резания, принятых в опытах Ф. М. Манжоса [5].

Среднее усилие перерезания сучьев ели по данным Ф. М. Манжоса

$$P_{\text{ср}} = 40,2d_c + 9,8d_c^2 \quad (13)$$

Приравняв уравнения (12) и (13) и положив $\varphi = 90^\circ$, находим

$$K_1 = \frac{9,8 \cdot 8}{3,14} = 25 \text{ кгс/см}^2; \quad K_2 = \frac{40,2 \cdot 4}{3,14} = 51 \text{ кгс/см}^2.$$

Следовательно, коэффициенты K_1 и K_2 указанного уравнения имеют конкретный физический смысл и могут быть определены аналитически — по формулам (4) и (5) или экспериментально — по приведенной в статье методике.

На рис. 3 представлен график (кривая 1) зависимости усилия резания от глубины внедрения резца в древесину, построенный по уравнению (10) при найденных значениях коэффициентов K_1 и K_2 . Как видно из рис. 3, усилие резания достигает максимального значения при внедрении резца на глубину, примерно равную $\frac{2}{3}$ диаметра сука. На практике путь резца под нагрузкой несколько больше диаметра сука, так как срезанная часть древесины отделяется с некоторой задержкой. Теоретические кривые, построенные по уравнению (10), довольно хорошо согласуются с экспериментальными диаграммами усилий перерезания, полученными Ф. М. Манжосом (рис. 3, кривая 2).

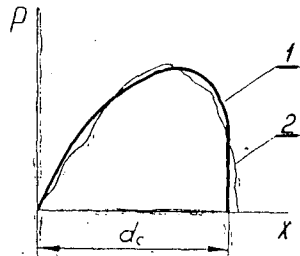


Рис. 3. Диаграмма усилий перерезания сука.

1 — теоретическая;
2 — экспериментальная.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Т. Вагин. Исследование технологического процесса срезки кустарника на торфяных почвах. Автореферат диссертации, 1953. [2]. С. А. Воскресенский. Резание древесины. ГЛБИ, М.—Л., 1955. [3]. С. А. Воскресенский. О законе распределения давления древесины по грядке резца. ЦНИИМОД. Сборник научно-исследовательских работ, ГЛБИ, М.—Л., 1940. [4]. Ф. Е. Захаренков. Аналитический способ расчета максимального сопротивления резанию при силовом методе обрезки сучьев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963. [5]. Ф. М. Манжос. Опыты по перерезанию древесины сучьев при помощи ножей. Научные труды МЛТИ, вып. 2, ГЛБИ, М.—Л., 1952. [6]. Ю. В. Плотников. К вопросу исследования процесса обрезки сучьев при гравитационной подаче деревьев. Труды ЦНИИМЭ, 86, Химки, 1968. [7]. Н. А. Шипилин. К расчету силы надрезания лезвием при срезании сучьев. Труды ЦНИИМЭ, 79, Химки, 1967.

УДК 674.81 : 666.189.211 : 621

ИССЛЕДОВАНИЕ АРМИРОВАННЫХ ДРЕВОПЛАСТИКОВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Н. А. ЕКИМЕНКО

Институт механики металлополимерных систем АН БССР

В отделе механики полимеров АН БССР выполнены работы по созданию и исследованию новых материалов на основе древесины и стекловолокна. В настоящей статье отражены результаты изучения зависимости механических свойств армированных композиционных древопластиков (ДПКА) от распределения связующего в основном и армирующем наполнителях, а также приведены некоторые данные о работоспособности деталей из ДПКА в производственных условиях.

Образцы изготовлены и испытаны согласно ГОСТам на пластические массы № 4647—62, 4670—62, 4648—63, 4651—63, 11262—65. В качестве основного наполнителя использовали опилки от различных деревообрабатывающих станков, прошедшие

через сито с отверстиями диаметром 5 мм и оставшиеся на сите с отверстиями диаметром 1 мм. Армирующий материал — отходы стекловолокна марки НСО-6/300 в виде путанки. Исходные компоненты обрабатывали термореактивной фенолформальдегидной смолой СБС-1 и Р-2, модифицированной поливинилбутиралем. Образцы изготовлены методом прямого прессования в прессформах при следующем режиме: удельное давление прессования 400 кгс/см^2 , время выдержки 0,8 мин на 1 мм толщины образца, температура прессования $155\text{--}160^\circ\text{C}$. Содержание связующего (при остальных постоянных параметрах) принимали в пределах 10—30%; содержание стекловолокна в прессматериале — 20% при длине 25—30 мм.

Учитывая, что стекловолокно образует основной каркас пластика, воспринимающий на себя всю или большую часть нагрузки, важным, с точки зрения получения монолитного материала, является вопрос о взаимодействии трех разнородных составляющих компонентов: полимерной смолы, древесины и стекловолокна.

Основной фактор, определяющий совместную работу разнородных материалов в данном монолите ДПКА, — адгезионная способность связующего к склеиваемым материалам. Опыт производства неармированных композиционных древопластиков и проведенные исследования показывают, что смола СБС-1 обладает высокой адгезией к древесине и прочно соединяет отдельные ее частицы в монолитный материал. При изготовлении ДПКА связующее должно обладать хорошей адгезией как к древесине, так и к стекловолокну. Нами было исследовано два вида связующих — фенолформальдегидная смола марки СБС-1 и фенолформальдегидная смола Р-2, модифицированная поливинилбутиралем. В первом варианте оба наполнителя (стекловолокно и древесина) обрабатывали смолой СБС-1, во втором древесный наполнитель пропитывали смолой СБС-1, а стекловолокно — смолой Р-2, модифицированной поливинилбутиралем.

Результаты испытаний материала, полученного по первому варианту, представлены на рис. 1, по второму варианту — на рис. 2.

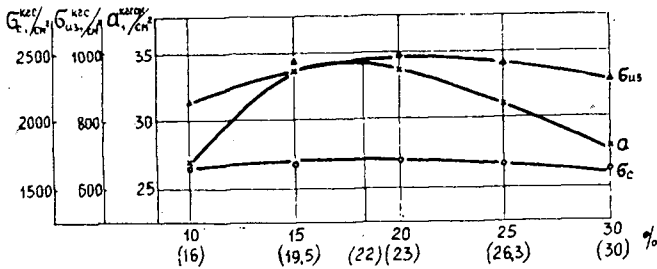


Рис. 1. Зависимость механических свойств ДПКА от распределения связующего.

$\sigma_{из}$ — предел прочности при статическом изгибе; a — ударная вязкость; $\sigma_{сж}$ — предел прочности при сжатии.

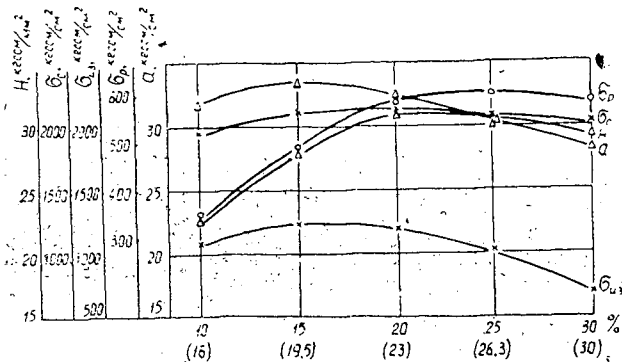


Рис. 2. Зависимость механических свойств ДПКА от распределения связующего.

$\sigma_{из}$ — предел прочности при статическом изгибе; a — ударная вязкость; H — твердость; $\sigma_{сж}$ — предел прочности при сжатии; $\sigma_{р}$ — предел прочности при растяжении.

Из рис. 1 и 2 видно, что с увеличением общего количества связующего в материале от 16 до 19,5% механические свойства ДПКА значительно повышаются. Рост общего содержания связующего от 19,5 до 23% не влияет существенно на предел прочности материала при сжатии, ударном и статическом изгибах. Дальнейшее увеличение общего содержания связующего в материале свыше 23% снижает механические свойства ДПКА. Наилучшими механическими свойствами обладает ДПКА при распределении общего связующего (22—23%) между основным и армирующим наполнителями в следующем соотношении: в древесном наполнителе — 19—20% связующего, в стекловолокне — 30%.

Сопоставляя результаты, видим, что механические свойства материала, полученного по второму варианту, выше, чем по первому. Это позволяет рекомендовать второй вариант при изготовлении деталей, работающих в сложнагруженных условиях. На основании полученных данных был разработан конструкционный материал, содержащий измельченной древесины 57%, стекловолокна 18%, фенолформальдегидной смолы по сухому остатку 25%.

На рис. 3 показаны изготовленные из ДПКА детали машин, которые испытаны в различных производственных условиях. Например, ковш элеватора 1 эксплуатиро-

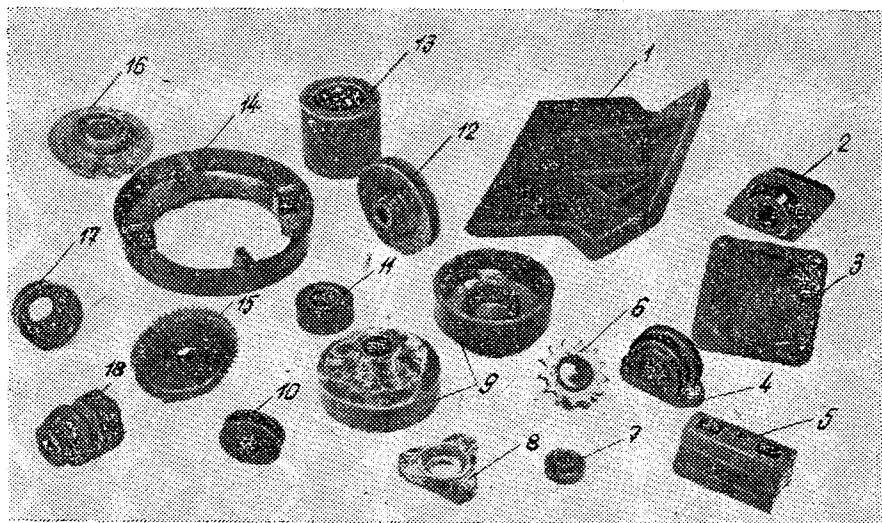


Рис. 3.

вался на 12-м Государственном подшипниковом заводе в элеваторах шарошлифовальных станков марки МШ-33 в агрессивной среде дизтоплива с включениями абразивных частиц от шлифовальных кругов под воздействием изгибающих усилий и динамических ударов, вызываемых падением массы стальных шариков с высоты 1,2 м.

Ковши из ДПКА показали высокую работоспособность и внедрены в производство. Это позволило значительно улучшить условия труда за счет снижения шума, возникавшего прежде от ударов падающих шариков о стальные ковши, и снизить себестоимость ковшей в 2 раза. Кроме того, применение полимерных ковшей в шарошлифовальных станках позволило увеличить срок их службы и уменьшить расход энергии.

При эксплуатации в паровой камере на Гомельском заводе сборного железобетона при 95°C в абразивной среде цементного раствора под воздействием динамических нагрузок втулка опорного ролика формы НС — 13 и корпус подшипника ролика — 17 показали высокую работоспособность и рекомендованы к внедрению. После испытаний в агрессивных средах при повышенных температурах и под воздействием ударных нагрузок на Светлогорском комбинате искусственного волокна втулка подшипника 11, фланец катушки для намотки корда 16 и штуцер с гайкой трубопровода высокого давления для перекачки химически активных жидкостей 18 рекомендованы к внедрению в производство. (На рис. 3: 14 — корпус плафона, 15 — шестерня механизма газораспределителя.)

При испытании в полевых условиях под воздействием динамических нагрузок, знакопеременных температур, солнечной радиации, атмосферных осадков и абразивной среды детали силоуборочного комбайна КС-2,6 (2, 4, 5 — корпуса подшип-

ников, 3 — крышка редуктора, 6 — звездочка, 10 — ролик, 12 — шкив вентилятора) показали высокую работоспособность.

В процессе испытаний на первом и втором Солигорских калийных комбинатах при транспортировке поваренной соли и в условиях высокой агрессивной и абразивной сред детали (роликоопор ленточных конвейеров (лабиринтовая втулка 7, крышка подшипника 8, корпус подшипника 9) показали высокую работоспособность.

Замена перечисленных металлических деталей деталями из ДПКА даст экономический эффект и позволит снизить расход черных металлов.

УДК 674.023

О ВЛИЯНИИ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ НА ПРОЦЕСС ПРОДОЛЬНОГО ПИЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ КРУГЛЫМИ ПИЛАМИ

В. Е. ШУИН

Архангельский лесотехнический институт

На кафедре станков и инструментов АЛТИ в последние годы исследовано влияние скорости резания на силы резания при продольной распиловке древесины круглыми пилами методом непосредственного измерения фактических касательной и радиальной составляющих общей силы резания, возникающих непосредственно на зубе пилы, вращающейся с большой скоростью. Такое измерение обеспечивает большую точность и надежность экспериментальных данных. В результате были получены графические и эмпирические зависимости, позволяющие анализировать характер влияния скорости резания на силу резания. Один из характерных графиков приведен на рис. 1.

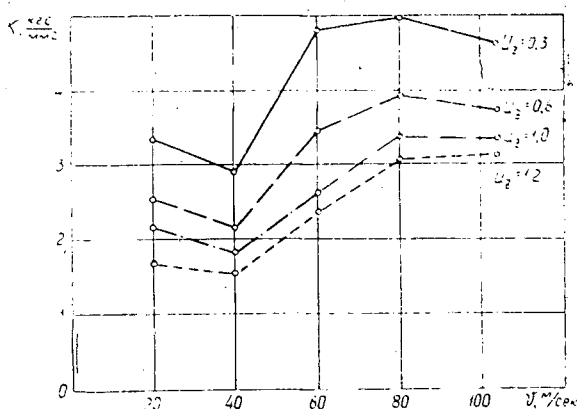


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления резанию K от скорости резания v .

Этот график получен при изменении скорости резания от 20 до 104 м/сек при распиловке опытных образцов сосны влажностью 12—15% (высота пропила 80 мм, ширина пропила 3,8 мм, уширение на сторону 0,6 мм; угол резания 60°, угол встречи 45°, кинематический угол встречи 40°, диаметр пилы 575 мм и задний угол зуба 15°). Зубья пилы уширены плоскофрезой. Кривые даны только для четырех толщин стружки, хотя исследован диапазон величины подачи U_2 от 0,025 до 1,2 мм.

На основании приведенного графика и ему подобных, полученных при других значениях переменных величин, можно сделать следующие выводы. При увеличении скорости резания от 20 до 104 м/сек в начале исследованного диапазона удельное сопротивление резанию, а соответственно и сила резания уменьшаются; минимальное значение K наблюдается при скорости резания $v = 39,6$ м/сек. Дальнейшее увеличение скорости резания от 40 до 60 м/сек приводит к значительному возрастанию удельного сопротивления резанию; по мере приближения к скорости резания 80 м/сек интенсивность монотонно уменьшается.

Для стружек толщиной более 0,5 мм возрастание удельного сопротивления резанию резко замедляется при $v = 80$ м/сек и незначительно увеличивается в диапазоне 80—104 м/сек. Для стружек толщиной менее 0,5 мм при скорости резания 80 м/сек

функция $K = f(v)$ имеет максимум. K_{max} ; значение функции в дальнейшем уменьшается в диапазоне 80—104 м/сек.

Если значение K_{min} при $v = 39,6$ м/сек принять за единицу, тогда при скорости резания 80 м/сек и $U_z = 1,2$ мм отношение $\frac{K_{max}}{K_{min}} = 2,03$, при $U_z = 1,0 \div 0,6$ мм — 1,91, при $U_z = 0,3$ мм — 1,7, что в среднем составит 1,9, или увеличение на 90%.

При изменении угла резания от 60 до 75° местоположение K_{min} переместилось в сторону большей скорости резания $v = 60,7$ м/сек. Следует предположить, что экстремальное значение K_{max} вышло за пределы исследованного диапазона скорости резания (за пределы 104 м/сек).

О влиянии скорости резания на силу резания было сказано в работах Н. К. Якунина [3], А. К. Петруши [2], Б. Б. Миндели [1]. При этом они отмечали наличие точки K_{min} в диапазоне скорости резания 30—60 м/сек.

Наличие второй критической точки K_{max} при скорости резания 80 м/сек нами было зафиксировано впервые.

При проведении экспериментальных распилов было замечено необычное явление налипания мелкой пылевидной стружки, пропитанной смолистыми веществами, на переднюю грань или дно впадины зуба; при этом образуется твердый «нарос», местоположение которого меняется с изменением скорости резания (рис. 2).

При угле резания 60° и скорости резания 20 м/сек нарос располагался на дне впадины у основания зуба. Если скорость резания равнялась 40 м/сек, то налипание стружки происходило по всей передней грани и частично на боковых плоскостях зуба; если скорость равнялась 60—80 и 104 м/сек, то стружка налипала в зоне лопаточки зуба, по передней и боковым граням его и тем ближе к вершине (лезвию) зуба, чем выше скорость резания. Для угла резания 75° равномерное налипание по всей передней грани происходило при скорости резания 60 м/сек.

Сопоставляя график специфического влияния скорости резания на силу резания с явлением налипания стружки, можно предположить, что это влияние обусловлено изменением условий транспортировки массы стружки из зоны пропила в результате перераспределения стружки во впадине зуба.

Причина такого перераспределения стружки во впадине — взаимодействие противоположно направленных сил, приложенных к стружке после отделения ее от массы заготовки; с одной стороны, это силы, направленные на перемещение стружки во впадину зуба под действием реакции передней грани зуба и дополнительной силы от упругосжатой зоны древесины; с другой стороны, это центробежная сила, направленная на перемещение стружки из впадины.

Динамическому равновесию указанных сил, с учетом сил трения и сил сопротивления среды, соответствует момент равномерного распределения стружки по передней грани зуба.

Двум другим состояниям стружки соответствует концентрация стружки на дне впадины или на дне пропила.

Следует предполагать, что появление экстремальной точки K_{max} связано с дополнительным влиянием быстрого нагревания массы стружки, сконцентрированной впереди лопаточки зуба, в результате интенсивного трения ее по стенкам и о дно пропила.

Повышение температуры стружки должно снижать коэффициент трения, а выделяющиеся смолистые вещества могут выполнять роль смазки, что также должно уменьшить силы трения стружки о стенки пропила.

Если допустить, что моменту динамического равновесия сил (K_{min}), действующих на стружку в пропиле, соответствует определенной величины центробежная сила, развиваемая массой стружки, которая с изменением радиуса пилы соответствует различной окружной скорости зуба пилы, то следует ожидать, что с изменением диаметра пилы местоположение K_{min} при данных условиях пиления будет перемещаться по диапазону скорости резания. Примерные расчеты дают основание считать, что оптимальную скорость резания для заданного диаметра пилы можно вычислить по уравнению

$$v_1 = v_{оп} \sqrt{\frac{d_1}{d}}$$

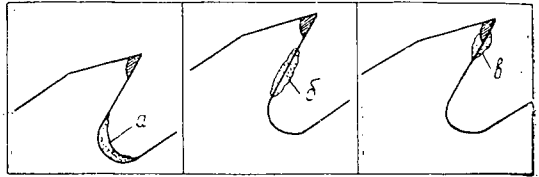


Рис. 2. Налипание мелкой стружки во впадине зуба пилы.

а — $v = 20$ м/сек; б — $v = 39,6$ м/сек; в — $v = 60—80$ и 104 м/сек.

где v_1 — скорость резания, при которой следует ожидать наименьшего значения силы резания или K_{min} ;

$v_{оп}$ — скорость резания, при которой опытным путем зафиксировано K_{min} ;

d_1 — заданный диаметр пилы, для которого рассчитывается v_1 ;

d — диаметр пилы, для которого определена скорость $v_{оп}$.

При наших условиях опытов (угол резания 60°) с изменением диаметра пилы от 200 до 1000 мм следует ожидать появления K_{min} при скорости резания от 23,6 до 52,7 м/сек. Если данное предположение будет практически подтверждено, то согласование режима работы круглопильного станка с его оптимальной скоростью резания должно привести к значительному экономическому эффекту.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Б. Миндели. Исследование динамики и формирования поверхности пропила при продольном пилении древесины круглыми пилами. Автореферат, МЛТИ, 1969. [2]. А. К. Петруша. Влияние скорости резания на процесс резания древесины. ЛТА, 1953. [3]. Н. К. Якунин. Исследование режимов продольного пиления древесины круглыми пилами. Диссертация. ЦНИИМОД. 1953.

УДК 634.0.813

О СОСТАВЕ ЛЕТАЧИХ МАСЕЛ, ОТГОНЯЕМЫХ ИЗ ЖИВИЦЫ И ИЗ ВЕТВЕЙ МАТОЧНЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ КРЫМСКОЙ И ИХ ПРИВИВОК

И. И. БАРДЫШЕВ, Г. И. МАЛЬЦЕВ, Р. И. ЗЕНЬКО, Е. П. ПРОКАЗИН

ВНИИЛМ

Сосна крымская (с. кр.) *Pinus pallasiana* Lamb. в 2—3 раза смолопродуктивнее сосны обыкновенной (с. об.), а скипидар из нее почти целиком (на 90%) состоит из пиненов, являющихся весьма ценным сырьем для химической промышленности [3].

В настоящей статье приводятся результаты исследования химического состава масел, отогнанных из живицы и из 1—2-летних ветвей (без хвоя) маточных деревьев с. кр. и их прививок. Для изучения были отобраны сосны одного возраста (47 лет) в культурах Большинского лесничества Ростовской области, то есть на северной границе полосы, пригодной для искусственного разведения с. кр. Высота деревьев 11—12 м, диаметр (на высоте груди) 18—36 см. Все сосны имели почти одинаковую окраску шишек (светло-коричневого и желтовато-коричневого цвета), но различного цвета семена (черные, серые, светло-бежевые и пестрые).

Сосны подвергали подсочке методом открытой карры, живицу собирали в ампулы, которые немедленно запаивали. Срезанные с сосен двухлетние побеги сразу же упаковывали в целлофановые пакеты. Масла из живицы и из ветвей отгоняли обычными методами [7]; химический состав масел определяли способом ГЖХ [5], [6].

Содержание масел в живице колебалось от 23 до 28%, а в ветвях — от 0,36 до 0,79%. Большему количеству масла в живице соответствовало повышенное его содержание в ветвях, и наоборот. Как это уже отмечалось ранее [1], [2], [4], [8], [9], [10],

Таблица 1

Вид сырья для отгонки масел	Состав углеводородной части масел, %						
	α -пинен	камфен	β -пинен	β -мирцен	Δ^8 -карен	дилен-тен	β -феллан-дрен
Живица (5 деревьев)	88,2	2,1	2,3	1,3	0,1	5,4	1,3
Ветви (5 деревьев)	79,3	2,3	5,8	1,9	0,4	5,7	1,5
Живица (2 дерева)							
с. 6	91,8	1,4	1,6	1,2	—	3,1	0,9
с. 7	87,5	2,5	3,3	1,3	0,7	4,2	0,5
Ветви (2 дерева)							
с. 6	54,2	1,1	1,6	2,1	0,4	40,6	—
с. 7	61,7	1,5	2,0	2,4	—	32,4	—

Таблица 2

Вид сырья для отгонки масел	Состав углеводородной части масел*, %							
	α - пинен	кам- фен	β - мирцен	β - пинен	Δ^2 - карен	дипен- тен	β -фел- ландрен	терпине- лен
Маточное дерево — с. 6								
Живица маточного де- рева	91,8	1,4	1,6	1,2	—	3,1	0,9	—
Живица трех привоев на с. кр.	88,1	1,9	2,6	1,2	0,4	5,2	0,6	—
Живица одного привоя на с. об.	55,4	1,3	2,2	2,8	27,9	6,2	0,4	2,9
Живица трех подвоев (с. кр.)	86,3	2,2	3,6	1,7	0,8	4,2	0,5	—
Ветви маточного де- рева	54,2	1,1	1,6	2,1	0,4	40,6	—	—
Ветви трех привоев на с. кр.	50,7	0,8	1,2	3,3	0,2	43,7	0,1	—
Ветви трех привоев на с. об.	51,2	1,0	1,6	3,0	1,6	41,2	0,1	0,2
Ветви трех подвоев (с. кр.)	80,7	1,9	5,0	2,4	0,8	8,4	0,8	—
Ветви трех подвоев (с. об.)	19,6	0,8	9,1	9,9	35,3	13,7	6,2	3,8

Маточное дерево — с. 5

Живица маточного де- рева	88,4	1,3	1,8	1,1	0,1	6,9	0,5	—
Живица трех привоев на с. кр.	78,1	2,2	2,7	2,7	1,4	10,3	1,0	—
Живица трех подвоев (с. кр.)	82,6	1,8	3,1	1,9	0,7	9,5	0,4	—
Ветви маточного дерева	80,7	1,9	2,5	1,1	0,1	13,2	0,6	—
Ветви двух привоев на с. кр.	66,8	1,4	3,4	2,5	2,8	21,9	1,2	—
Ветви двух подвоев (с. кр.)	72,6	2,1	4,2	2,7	0,4	15,1	2,9	—

Маточное дерево — с. 4

Живица маточного де- рева	87,7	1,6	2,6	1,4	—	6,1	0,6	—
Живица одного привоя на с. об.	59,9	1,0	3,8	2,6	24,7	4,4	1,0	2,6
Живица трех подвоев (с. об.)	54,3	1,3	2,7	1,9	30,8	3,7	0,6	2,3
Ветви маточного дерева	76,0	2,3	5,7	2,4	1,4	10,6	1,2	—
Ветви трех привоев на с. об.	80,2	2,0	3,5	2,1	0,7	10,5	0,9	0,1
Ветви трех подвоев (с. об.)	16,8	0,7	8,1	6,9	44,9	9,3	6,9	4,3

* Все масла содержали также α -терпинен, п-цимол, γ -терпинен и терпинеол, но количество каждого из них было небольшим—0,1%; редко 0,8%.

свойства масел из живицы индивидуальных деревьев с. кр. подвержены значительным колебаниям: n_D^{20} — от 1,4682 до 1,4702; $[a]_D^{20}$ — от -27 до -52° ; для масел из ветвей индивидуальных деревьев величина n_D^{20} изменялась от 1,4730 до 1,4762. У высокосмолопродуктивных сосен семена обычно светло-бежевой окраски, а масло из них имело меньшие значения $[a]_D^{20}$, что позволяет предполагать наличие у с. кр. форм, различающихся по окраске семян и по химическому составу масел.

Как видно из данных табл. 1, химический состав масел из живицы с. кр. характеризуется высоким содержанием α -пинена (87—92%) и почти полным отсутствием Δ^3 -карена. Здесь нет столь резких колебаний, которые свойственны химическому составу масел из живицы деревьев с. об.

В отличие от живичного скипидара масло из ветвей содержит меньше α -пинена (на 6—10%) и больше β -пинена (на 3—4%).

Анализ масел из ветвей с. кр. дает основание предположить существование, по крайней мере, двух ее форм: 1-я форма — масло из ветвей содержит большое количество α -пинена (до 90%) и небольшое количество дипентена (около 3%); 2-я форма — масло из ветвей содержит сравнительно небольшое количество α -пинена (около 50%) и большое количество дипентена (до 40%). Качественный и количественный составы масел из ветвей одного и того же дерева каждой из этих форм с. кр. весьма близки и незначительно изменяются от дерева к дереву.

В целях выявления генотипической обусловленности химического состава масел исследовали вегетативное потомство приведенных в табл. 1 маточных деревьев. В качестве подвоев использовали культуры с. кр. (возраст 6 лет) и с. об. (возраст 5 лет). Прививки производили «вприклад сердцевинной на камбий». Образцы живицы и ветвей с привоев и подвоев отбирали на 4-м году после прививки.

Из данных табл. 2 видно, что масла из ветвей прививок сохраняют специфический химический количественный состав, свойственный маслам из ветвей материнских деревьев, независимо от того, на каком подвое сделана прививка — на с. кр. или с. об.

Особенно хорошо это прослеживается у клона с. б. Для этой сосны характерно очень высокое содержание дипентена в масле из ветвей. В маслах всех привоев этой сосны как на с. кр., так и на с. об. содержится большое количество дипентена. И эта закономерность сохраняется у привоев несмотря на то, что по своему физиологическому состоянию они существенно отличаются от ветвей маточных деревьев (растут в высоту, как молодые непривитые деревья, и имеют толстые побеги с очень длинной хвоей).

Масла из живицы привоев с. кр., растущих на с. об., заметно отличаются от масел живицы маточных деревьев (с. б и с. 4) и по химическому составу несколько приближаются к маслам из живицы с. об. Для этих масел характерно появление в их составе большого количества Δ^3 -карена.

Химический состав масел из живицы и из ветвей подвоев подвержен значительным колебаниям, особенно если в качестве подвоев была использована с. об. Пять из шести исследованных нами деревьев с. об. содержали в масле из живицы и из ветвей очень большие количества Δ^3 -карена (до 74,6%), что, по-видимому, типично для насаждений южных районов ареала этой сосны.

Выводы

1. Химический состав летучих масел из ветвей привоев сосны крымской не изменяется под влиянием подвоев, если даже в качестве подвоев используются не только растения того же вида, но и растения другого вида, например, сосны обыкновенной.

2. Химический состав летучих масел из живицы привоя сосны крымской может изменяться под влиянием подвоя, приобретая некоторые свойства масел из живицы последнего, например, сосны обыкновенной.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. И. Бардышев, А. Л. Пирятинский, К. В. Бардышева. «Лесное хозяйство» № 12, 1949. [2]. И. И. Бардышев. ДАН СССР, т. 75, № 1, 1950. [3]. И. И. Бардышев, К. В. Бардышева. ЖПХ, т. 25, № 10, 1952, 1095—1098. [4]. И. И. Бардышев. Труды Белорусского лесотехнического института, № 9, 1958, 105—114. [5]. И. И. Бардышев, В. И. Куликов, А. Л. Перцовский. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 1966, 16—17. [6]. И. И. Бардышев, В. И. Куликов. ДАН БССР, т. 11, № 1, 1967, 37—40. [7]. И. И. Бардышев, Р. И. Зенько, И. В. Горбачева, Е. П. Проказин, А. В. Чудный, Г. И. Василькова. Известия АН БССР, № 5, 1968, 107—110. [8]. И. И. Бардышев, Р. И. Зенько, И. В. Горбачева, Е. П. Проказин, А. В. Чудный, В. И. Куликов. ДАН БССР, т. 12, № 3, 1968, 244—246. [9]. И. И. Бардышев, Р. И. Зенько, И. В. Горбачева, Е. П. Проказин, А. В. Чудный, Г. И. Василькова.

Известия АН БССР, № 5, 1968, 107—110. [10]. И. И. Бардышев, Р. И. Зенько, И. В. Горбачева, Г. И. Василькова, Т. П. Карачун. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 1969, 17—18.

УДК 634.0.813.13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ В ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДЕ

И. В. ХАЗОВА, Б. Д. БОГОМОЛОВ

Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института

Диметилсульфоксид (ДМСО) — высокоэффективный органический растворитель, получаемый, в частности, из отходов сульфатно-целлюлозного производства [1]. В настоящее время он находит все большее применение в различных областях промышленности, химического эксперимента и медицины [3], [5], [6], [8].

Исследования, проведенные во ВНИИВе, с использованием ДМСО в качестве растворителя полиакрилонитрила и сополимера акрилонитрила с винилацетатом показали, что ДМСО не должен содержать посторонних примесей. В качестве главных примесей могут присутствовать метилмеркаптан (ММ) и диметилсульфид (ДМС). Поэтому нами было определено содержание этих веществ в ДМСО.

Определение метилмеркаптана*. Наиболее простым и надежным является метод потенциометрического титрования раствором аммиака азотнокислого серебра, разработанный И. А. Рубинштейном с сотрудниками [4]. В своей работе мы воспользовались этим методом, но навеску исследуемого вещества растворяли не в этиловом спирте, а в 20%-ном водном растворе КОН, который связывает меркаптан и меркаптид.

Вначале были приготовлены растворы ММ в ДМСО следующих концентраций: 0,1; 0,5; 1,0 и 2,8%. Титровали стандартным 0,1 н. раствором аммиака азотнокислого серебра. Для измерения потенциала во время титрования применяли венгерский автоматитрометр марки «Юпитер». Ячейка состояла из сульфидсеребряного индикаторного электрода и насыщенного каломельного (в качестве электрода сравнения). Методика приготовления сульфидсеребряного электрода и титрованного раствора аммиака серебра приведена в работе [4].

Результаты определений представлены в табл. 1, данные которой показывают, что ошибка составляет 2—8%. Этот метод определения ММ в ДМСО можно рекомендовать для ориентировочных вычислений. Присутствие ДМС не мешает определению содержания ММ, так как метод специфичен для меркаптанов.

Для определения диметилсульфида применяли метод [7], основанный на реакции окисления сульфидов бромом до сульфоксидов в кислой среде. Для титрования использовали 0,02 н. раствор бромид-бромата калия. Окраска

Таблица 1

Содержание ММ, %		Ошибка опыта, %	
задано	определено**	абсолютная	относительная
0,10	0,10	0,00	0,0
0,50	0,46	-0,04	8,0
1,00	0,98	-0,02	2,0
2,80	2,70	-0,10	3,6

** Из трех параллельных определений.

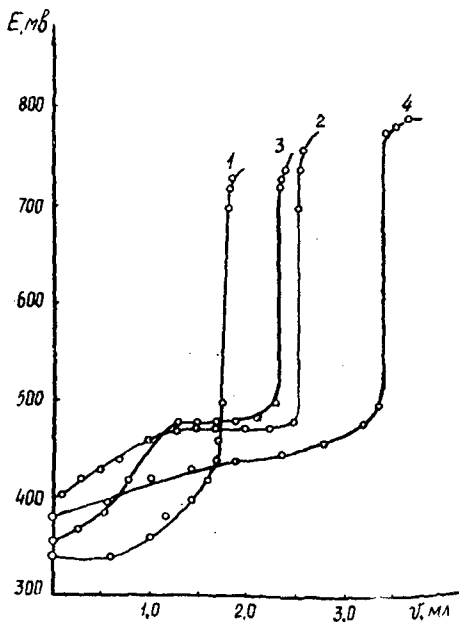


Рис. 1.

1 — содержание ДМС 0,097%; 2 — 0,3; 3 — 2,87; 4 — 4,75%.

* В экспериментальной работе принимала участие инж. Л. Н. Барандина.

раствора в конце титрования очень слабая. Для установления конечной точки титрования мы применяли индигокармин, предложенный в качестве индикатора [2]. Уже при незначительном избытке брома в присутствии индигокармина окраска титруемого раствора из голубой переходит в желтовато-зеленоватую.

Нами были приготовлены растворы ДМСО со следующей концентрацией ДМС, не содержащего ММ: 0,1; 0,3; 0,5; 1,04; 3,04 и 5,0 вес.%. Навеску исследуемого раствора (200—500 мг) помещали в коническую колбочку емкостью 100 мл с шлифованной пробкой. Предварительно туда наливали 4 мл ледяной уксусной кислоты. После растворения навески добавляли 2 мл 15%-ной HCl, три капли 0,1%-ного раствора индигокармина и титровали 0,02 н. раствором бромид-бромата калия. Параллельно проводили холостое титрование. Ошибка опыта составляла 2—6%, что допустимо при исследовании растворов низкой концентрации.

Наряду с визуальным было проведено потенциметрическое титрование растворов ДМС в ДМСО. В качестве индикаторного употребляли платиновый электрод, а электродом сравнения служил насыщенный каломельный. Величина навески была такая же, как и при визуальном титровании, но количество уксусной и соляной кислоты увеличивали в четыре раза для погружения в раствор электродов.

На рис. 1 приведены кривые потенциметрического титрования ДМС в ДМСО бромид-броматом калия. Скачок потенциала в конечной точке титрования получается отчетливый, значит, этот метод также можно использовать для определения ДМС.

Таким образом, способ потенциметрического аргентометрического титрования пригоден для определения содержания метилмеркаптана в ДМСО. Показана возможность определения диметилсульфида в ДМСО титрованием раствором бромид-бромата калия визуальным и потенциметрическим методами, дающими хорошо совпадающие результаты. Оба эти метода можно применять в практической работе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, О. Ф. Горбунова, И. В. Хазова, Г. Ф. Прокшин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1962. [2]. К. С. Забродина. Известия АН СССР. Отд. хим. наук, 5, 941, 1963. [3]. В. С. Клименков, И. С. Дорохина, В. В. Бурсыкова, М. А. Жаркова, Э. А. Рассолова. Журн. «Химические волокна» № 2, 1966. [4]. И. А. Рубинштейн, З. А. Клейменова, Е. П. Соболев. Сб. «Методы анализа органических соединений нефти, их смесей и производных». Изд. АН СССР, сб. 1, М., 1960, стр. 77. [5]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин, И. В. Хазова. ЖОХ, 39, 500, 1969. [6]. I. Beger, H. Hauthal. Die Pharmazie, n. 3, 125, 1968. [7]. S. Siggia, R. Edsberg. Analit. Chem. 20, 938, 1948. [8]. P. Sipos. Drevarsky vyskum, 4, 187, 1964.

УДК 543.544

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗО-ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ К АНАЛИЗУ ЛЕГКОЛЕТУЧИХ ПРОДУКТОВ КАТАЛИЗА ДИПЕНТЕНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

А. И. ЛОМОТКИН

Белорусский технологический институт

Работы [1]—[5], [7], [8], [10], посвященные изучению состава сложных терпеновых смесей при помощи газо-жидкостной хроматографии, не исчерпывают всех возможностей этого метода.

Настоящая статья посвящена применению метода ГЖХ для анализа легколетучих веществ катализа дипентена под действием ортофосфорной кислоты, нанесенной на березовый активированный уголь. Методика анализа разработана на отечественном хроматографе марки УХ-1. Для определения оптимальных условий разделения изомеризата дипентена были испытаны различные стационарные жидкие фазы разной полярности: трикрезилфосфат, динонилфталат, полиэтиленгликоль-2000, полиэтиленгликольдионат. Количество жидкой фазы по отношению к твердому носителю варьировали в пределах 10—30%. Из твердых носителей были испытаны диатомитовый кирпич (60—80 меш.), инзинский кирпич (60—80 меш.), целит С-545 (60—80 меш.), целит С-22 (60—80 меш.), хромосорб W (80—100 меш.).

Из литературных источников [6], [9] известно, что различными марками целитов и кирпичей легко изомеризуются терпеновые углеводороды. Поэтому твердые носители, кроме хромосорба W, были предварительно дезактивированы путем обработки их смесью концентрированной соляной кислоты и воды (1:1) с последующей промывкой дистиллированной водой до нейтральной реакции и сушкой в течение 24 час при 150°C. После сушки носители обрабатывали в течение 3 час 5%-ным раствором

едкого натрия в метаноле. По окончании дезактивации твердые носители промывали метанолом или хлороформом и высушивали на воздухе.

Жидкую фазу растворяли в низкокипящем растворителе (хлороформе или диэтиловом эфире) и смешивали в литровой колбе в определенном весовом отношении с твердым носителем. Колбу присоединяли к вращающейся мешалке, и растворитель отгоняли под действием вакуума. Для анализа изомеризата применяли хроматографические колонки различной длины (от 2 до 4,5 м), которые заполнялись при помощи воздушного вибратора. Смесь анализировали при различных температурах (от 100 до 150°C). В качестве газа-носителя использовали водород, скорость которого изменялась в пределах 30—100 мл/мин.

При выборе оптимальных условий было установлено, что в случае применения в качестве жидкой фазы трикрезилфосфата получают несимметричные пики п-цимола и γ-терпинена; это затрудняет количественное определение этих веществ в смеси. Полиэтиленгликолем-2000 и динонилфталатом не разделяются γ-терпинен и п-цимол; эти вещества на хроматограм-

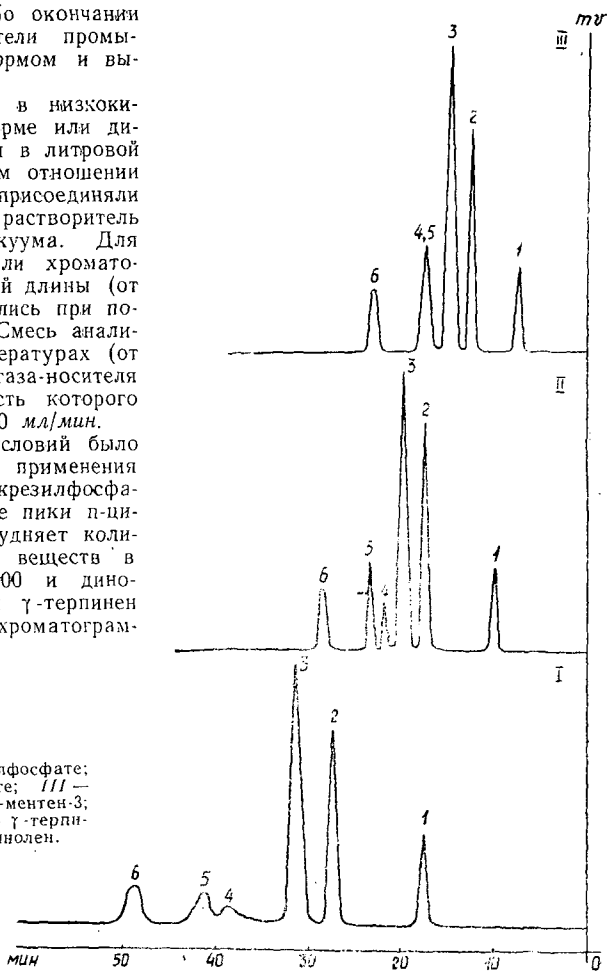


Рис. 1.

I — хроматограмма на трикрезилфосфате; II — на полиэтиленгликольдипаате; III — на полиэтиленгликоле-2000; 1 — п-ментен-3; 2 — α-терпинен; 3 — дипентен; 4 — γ-терпинен; 5 — п-цимол; 6 — изотерпинолен.

ме имеют один пик (рис. 1). Наиболее полное разделение было достигнуто при применении в качестве жидкой фазы полиэтиленгликольдипаата (20% от веса носителя). Носитель — хромосорб W (80—100 меш.), температура 125°C, скорость водорода 100 мл/мин. Длина колонки 4,5 м.

Хроматограммы разделения летучих веществ катализа дипентена под действием ортофосфорной кислоты приведены на рис. 1, из которого видно, что изомеризат дипентена содержит 6 веществ. Идентификацию компонентов проводили методами подсадок и продолжительности удерживания компонентов. Введение в хроматограф заводом чистых веществ с исследуемой смесью приводило к возрастанию соответствующих пиков: этим подтверждалось наличие тех или иных компонентов в смеси. Чистые вещества были выделены из изомеризата при помощи аналитической ректификации и доказаны получением соответствующих кристаллических производных.

Таблица 1

Компонент	Температура кипения, °C	Продолжительность удерживания, сек	Относительный удерживаемый объем
п-ментен-3	168,7	590	0,53
α-терпинен	173,0	1025	0,92
Дипентен	177,7	1110	1,00
γ-терпинен	179,0	1385	1,24
п-цимол	176,0	1450	1,28
Изотерпинолен	185—186	1675	1,51

В табл. 1 приведены относительные объемы удерживания компонентов, входящих в изомеризат дипентена, полученного на полиэтиленгликольадипате. На основании методов подсадок и продолжительности удерживания компонентов было установлено, что легколетучие продукты катализа дипентена под действием ортофосфорной кислоты содержат п-цимол, п-ментен-3, α -терпинен, дипентен, γ -терпинен, изотерпинолен.

Данными этой работы подтверждены результаты, которые были получены нами при установлении состава изомеризата при помощи аналитической ректификации. Установлены также оптимальные условия разделения смеси легколетучих компонентов, полученных при катализе дипентена под действием ортофосфорной кислоты методом ГЖХ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. А. Акимов, В. Г. Воронин. Анализ кориандрового масла и продуктов его переработки. Сб. «Газовая хроматография», М., 1965, 142—146. [2]. Б. К. Бабошкин, Р. И. Сидоров, Г. А. Рудаков, Н. С. Иванова, З. К. Николаева. Применение газо-жидкостной хроматографии к анализу скипидаров. Синтетические продукты из канифоли и скипидара. Изд-во «Наука и техника», Минск, 1964, 283—288. [3]. И. И. Бардышев, К. П. Веденеев. Анализ терпеновых соединений методом газо-жидкостной хроматографии. Синтетические продукты из канифоли и скипидара. Изд-во «Наука и техника», Минск, 1964, 288—298. [4]. И. И. Бардышев, В. И. Куликов, А. Л. Перцовский. Хроматографический анализ отечественных скипидаров. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 16, 1966. [5]. И. И. Бардышев, В. И. Куликов. Определение физических констант органических веществ методом газовой хроматографии. ДАН БССР, 11, № 4, 342, 1967. [6]. Г. Берчфильд, Э. Сторрс. Газовая хроматография в биохимии. М., 44, 1964. [7]. Л. Н. Лиштвапова, М. И. Горяев. Газо-жидкостная хроматография продуктов камфарного производства. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность», № 8, 16, 1963. [8]. К. Лээтс, А. Эрм. Разработка газо-хроматографических методов анализа терпеновых оксипроизводных. Известия АН Эстонской ССР, 13, № 1, 57—63, 1964. [9]. Патент США № 3116161 от 14 сентября 1959 г. [10]. W. I. Zubuyk, A. Z. Conner. Analysis of Terpene Hydrocarbons and Related Compounds by Gas chromatography. Analytical chemistry, № 7, 1960.

УДК 547.992.3

ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ ЛИГНИНОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Г. Ф. ПОТУТКИН,

Архангельский лесотехнический институт

Ранее [11] нами было показано, что в лигнинах, выделенных из древесностружечных плит, обнаружен азот. Показано также, что отвержденная карбамидная смола М-60 разрушается при действии горячей воды [7].

Настоящее исследование предпринято с целью проследить изменения лигнина в условиях прессования древесностружечных плит в результате взаимодействия его с карбамидной смолой. Были записаны спектры лигнинов, выделенных из плит, запрессованных при 140°C со связующим (5; 10 и 20% к весу абс. сухой древесины) и без связующего, а также спектр смолы М-60, отвержденной при 140°C хлористым аммонием. Получены спектры механической смеси лигнина, выделенного из плиты, запрессованной при 140°C без связующего, и смолы М-60, отвержденной при 140°C хлористым аммонием. Соотношение лигнина и смолы выбрано таким, каким оно было в стружечно-клеевой смеси, взятой для изготовления плит при расходе связующего 10 и 20%, то есть 28:10 и 28:20 (28 — содержание лигнина в исходной древесине). Определено содержание функциональных групп в лигнинах и их элементарный состав по методике, принятым в химии древесины. Инфракрасные спектры приведены на рис. 1 и 2; результаты химических анализов — в табл. 1.

При сравнении спектра лигнина, выделенного из древесностружечной плиты, запрессованной без связующего (рис. 1, спектр 2), и спектров лигнинов, выделенных из плит, запрессованных с различным количеством связующего (рис. 1, спектры 3—5), можно отметить, что в области $1630\text{--}1750\text{ см}^{-1}$ наблюдаются изменения. Полоса при 1720 см^{-1} , приписываемая валентным колебаниям карбонильных групп [3], [8], [18], с увеличением количества вводимого связующего превращается в плечо (рис. 1, спектры 3—5), и конкретные выводы о содержании карбонильных групп сделать трудно. Химический анализ показывает, что количество карбонильных групп уменьшается при увеличении количества вводимого в плиту связующего (табл. 1).

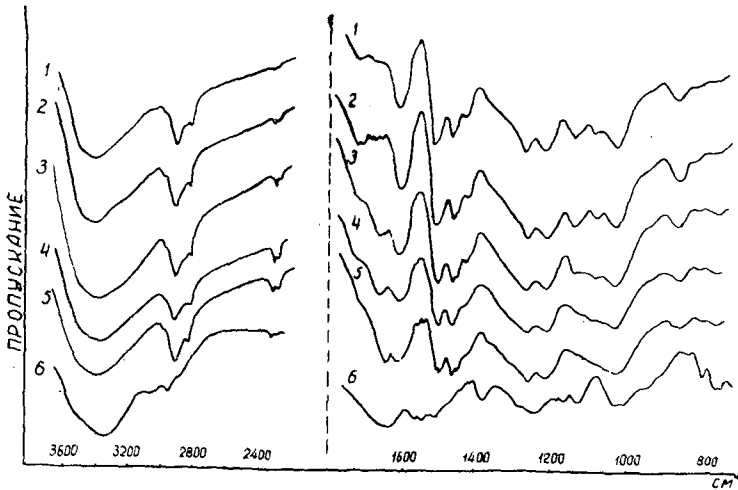


Рис. 1.

1 — спектр лигнина Кенига, выделенного из исходной древесины; 2 — то же из плиты, запрессованной при 140°C без связующего; 3 — то же из плиты, изготовленной при 140°C и расходе связующего 5%; 4 — то же из плиты, изготовленной при 140°C и расходе связующего 10%; 5 — то же из плиты, изготовленной при 140°C и расходе связующего 20%; 6 — спектр смолы М-60, отвержденной при 140°C хлористым аммонием.

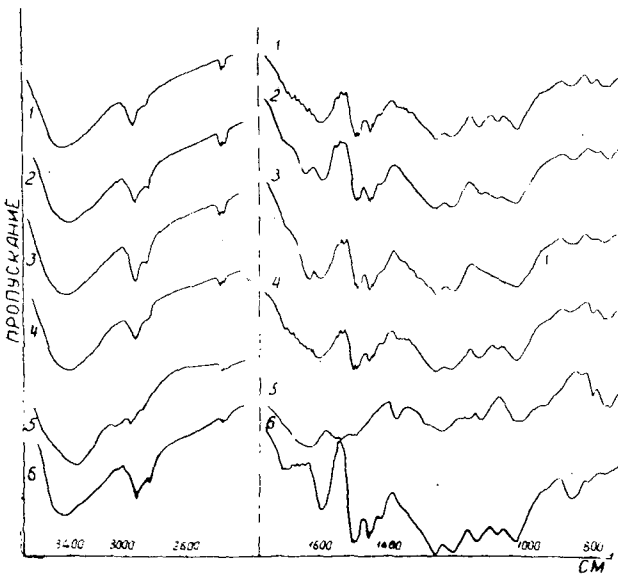


Рис. 2.

1 — спектр механической смеси лигнина Кенига из плиты, запрессованной при 140°C без связующего, и смолы М-60, отвержденной при 140°C хлористым аммонием; соотношение лигнина и смолы 28 : 10; 2 — спектр лигнина Кенига, выделенного из плиты, запрессованной при 140°C и расходе связующего 10%; 3 — то же при расходе связующего 20%; 4 — спектр механической смеси лигнина Кенига, выделенного из плиты, запрессованной при 140°C без связующего, и смолы М-60, отвержденной при 140°C хлористым аммонием; соотношение лигнина и смолы 28 : 20; 5 — спектр смолы М-60, отвержденной при 140°C хлористым аммонием; 6 — спектр лигнина Кенига из плиты, изготовленной при 140°C без связующего.

В спектре смолы М-60, отвержденной при 140°C в присутствии хлористого аммония (рис. 1, спектр 6), наблюдается четко проявляющаяся полоса 1634 см^{-1} , при-

Таблица I

Содержание компонентов, % к весу абс. сухого лигнина	Лигнин из исходной древесины	Лигнин из древесностружечной плиты, изгото- товленной при 140°C			
		без связу- ющего	при расходе связующего, %		
			5	10	20
Углерод [6]	63,70	66,40	69,30	67,40	66,90
Водород [6]	6,72	5,89	6,30	5,90	5,80
Азот [5]	Следы	Следы	3,40	3,70	4,40
Метоксильные группы [4]	14,55	13,39	12,42	11,90	11,55
Карбонильные группы [2]	2,18	1,82	2,86	1,82	1,51
Спиртовые группы (по разности между общими гидроксильны- ми группами и фенольными гидроксилами)	5,88	5,90	7,39	11,60	13,13

присываемая деформационным колебанием NH групп [15], [17]. А. А. Берлин [1] считает, что лигнин может взаимодействовать с карбамидной смолой возможно за счет α -окискетонных групп лигнина и NH групп смолы. В спектрах лигнинов, выделенных из плит, появляется интенсивная полоса при 1655 см^{-1} , которую мы приписываем колебаниям NH_2 групп смолы. С увеличением количества вводимого в плиту связующего интенсивность полосы возрастает, что можно объяснить повышением содержания азота в молекуле лигнина. Это подтверждается элементарным анализом.

Интенсивность полосы при 1420 см^{-1} уменьшается; при увеличении количества вводимого связующего до 20% она превращается в плечо. Эта частота отнесена к асимметричному деформационному колебанию CH_2 групп метоксильных групп [10], [16] и снижение ее интенсивности может быть вызвано уменьшением содержания метоксильных групп в выделенных из плит лигнинах.

Полоса при 1136 см^{-1} , приписываемая маятниковым колебаниям OCH_2 группы [10], [14], уменьшается по интенсивности с увеличением количества вводимого связующего (рис. 1, спектры 3—5), что должно сопровождаться снижением содержания метоксильных групп. Это подтверждается химическим анализом.

Интенсивность полосы при 1460 см^{-1} в спектрах лигнинов, выделенных из плит, увеличивается с повышением количества вводимого в плиту связующего. Так как эту полосу приписывают деформационным колебаниям CH_2 групп [9], то повышение ее интенсивности частично может служить подтверждением процесса конденсации лигнина на древесине со смолой. В лигнине из исходной древесины определено 63,7% углерода, а в лигнинах из плит, запрессованных при расходе связующего 5, 10 и 20%—соответственно 69,3; 67,4 и 66,9% углерода.

Интенсивность полосы при 1078 см^{-1} , приписываемой колебаниям связи вторичных гидроксильных групп [12], [14], увеличивается в спектрах лигнинов, выделенных из плит. Это служит косвенным доказательством повышения количества спиртовых гидроксильных групп в лигнине и подтверждается химическим анализом (табл. I).

Интенсивность полосы с частотой 860 см^{-1} , приписываемой деформационным колебаниям водорода при замещении его в бензольном кольце [12], [14], уменьшается с увеличением количества вводимого в плиту связующего. По-видимому, это вызвано поликонденсацией лигнина, протекающей с участием водорода бензольного кольца. В спектрах механической смеси отвержденной смолы и лигнина из плит без связующего наблюдается ряд мелких полос в области $1630—1750 \text{ см}^{-1}$ (рис. 2, спектры 1, 4), частично характерных для спектра лигнина, выделенного из плиты, запрессованной без связующего (рис. 2, спектр 6). Эти полосы отсутствуют в спектрах лигнинов, выделенных из древесностружечных плит (рис. 2, спектры 2, 3). По-видимому, в спектрах механической смеси в этой области накладываются валентные колебания карбонильной группы мочевины, сложноэфирных групп лигнина, деформационные и ножничные колебания NH и NH_2 групп смолы, колебания различного типа карбонильных групп лигнина. Ряд мелких полос, отсутствующих в спектрах лигнинов, выделенных из плит, наблюдается и в области $1250—1380 \text{ см}^{-1}$, что, вероятно, объясняется наложением полос лигнина и смолы.

Сравнивая спектры механических смесей и лигнинов, выделенных из плит, можно отметить их значительные различия, что косвенно свидетельствует о поликонденсации лигнина древесины и карбамидной смолы при прессовании древесностружечных плит.

Таким образом, спектроскопические исследования подтверждают химическое взаимодействие лигнина древесины с карбамидной смолой.

Методика эксперимента

Древесностружечные плиты прессовали в цехе Котласского ДОКа при расходе смолы 5, 10 и 20%. Давление прессования 16 кг/см^2 , время выдержки 12 мин, температура прессования (минимально допустимая) 140°C . Плиты удовлетворяли требованиям ГОСТа, изготовлены из сосновой древесины с применением смолы М-60; отвердителем служил 10%-ный водный раствор хлористого аммония в количестве 12% от веса жидкой смолы. Плита, изготовленная без связующего, была непрочна, и физико-механическим испытаниям ее не подвергали. Лигнин выделяли по методу Комарова [13]. Отверждение смолы М-60 производили при 140°C путем смешивания с 1% хлористого аммония. Толщина слоя смолы при отверждении — около 1 мм. После выдержки в термостате при 140°C в течение 12 мин смолу сушили в вакуумэксикаторе при $40\text{--}50^\circ\text{C}$ до постоянного веса, затем измельчали и использовали для снятия спектров на спектрофотометре ИКС-14. Для записи спектров применяли метод совместного прессования с бромистым калием.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Берлин. Исследования в области химии и технологии облагороженной древесины и древесных пластических масс. ГЛБИ, 1950, 82. [2]. Б. Д. Богомолов, С. Б. Пальмова, Е. Д. Гельфанд. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1968, 139—142. [3]. Ф. Э. Браунс, Д. А. Браунс. Химия лигнина. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964, 258. [4]. Губен-Вейль. Методы органической химии. Методы анализа. ГХИ, М., 1963. [5]. М. О. Коршун, Н. Э. Гельман. Заводская лаборатория. XII, 6, 1946, 617. [6]. М. О. Коршун. ЖАХ, VII, 2, 1952, 96—100. [7]. С. М. Крюкова, Г. Ф. Кочешова, З. А. Низовцева. Сборник студенческих научно-исследовательских работ. Вып. 4, 1969, Архангельск, 23—25. [8]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1962 г., вып. 2, Сибирский технологический институт, Красноярск, 1963, 36—39. [9]. Ю. С. Пилипчук, В. М. Резников, Л. С. Соловьев. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1962 г., Сибирский технологический институт, Красноярск, 1963, 32—36. [10]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. Применение молекулярной спектроскопии в химии. Сб. докладов на третьем Сибирском совещании по спектроскопии, Изд-во «Наука», М., 1966, 137—139. [11]. Г. Ф. Потуткин, Г. Л. Дранишников. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965, 119—124; № 6, 1965, 140—144. [12]. В. М. Резников, Г. Д. Понуров, ЖПХ, 36, 7, 1963, 1557—1563. [13]. Т. И. Руднева, С. Д. Антоновский. Руководство к практическим занятиям по химии древесины и целлюлозы. Изд. ЛТА, 1951. [14]. H. J. Heggert. J. Org. Chem., 25, 3, 1960, 405—413. [15]. A. Yamaguchi, T. Mijarzawa, T. Shimanowcki, S. Mizushima. Chemical Laboratory Tanly of Science, Tokyo University Horg. Tokyo, Japan (Received 24 June 1957). [16]. A. J. Michell, A. J. Wetson, B. C. Higgins. Tappi, 48, 9, 1965, 520—532. [17]. S. Mizushima, T. Shimanowcki, M. Tsuboi. Nature, 166, 406, 1950. [18]. Stewens Nord. J. of Amer. Chem. Soc., 74, 1952, 13—15.

УДК 001.891

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА СПУ В ОРГАНИЗАЦИИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Г. А. КАЛИНИН

(Архангельский лесотехнический институт)

На кафедре сухопутного транспорта леса Архангельского лесотехнического института при организации выполнения хозяйственных научно-исследовательских тем используется сетевой метод планирования и управления (СПУ). Применение этого метода вызвано ростом объема научных исследований и усложнением разрабатываемых тематик.

При участии в научно-исследовательской разработке (НИР) нескольких исполнителей затруднена взаимная увязка этапов работ и сроков их выполнения. Применение метода СПУ дает наглядное представление о взаимосвязи отдельных работ и последовательности их выполнения. Сетевой график (СГ) позволяет выделить из всего комплекса работ решающие участки, которые имеют первостепенное значение для выполнения темы.

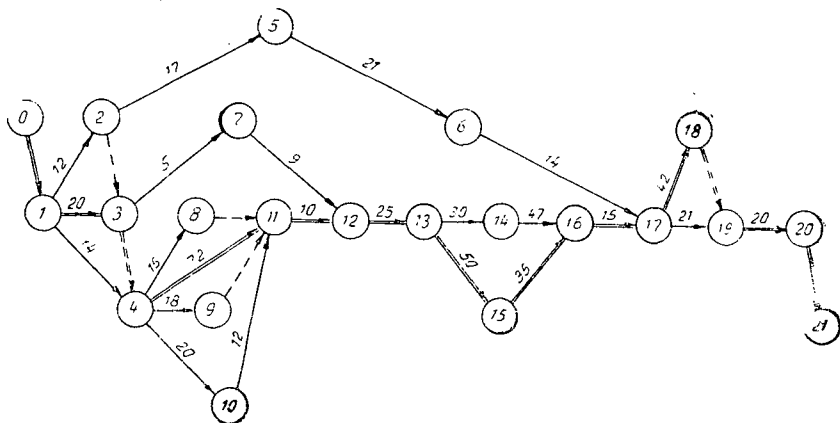


Рис. 1. Сетевой график выполнения научно-исследовательской темы.

На рис. 1 приведен СГ выполнения НИР «Экспериментальные исследования по обоснованию норм содержания пути лесовозных дорог колеи 750 мм». Расшифровка кодовых обозначений дана в табл. 1. СГ моделирован двумя элементами — работами, изображенными стрелками, и событиями, представленными кружками с порядковой нумерацией. Пунктирными линиями обозначены необходимые логические зависимости — фиктивные связи. Например, зависимости 2—3 и 3—4 показывают, что методику проведения экспериментов (работа 1—3) нельзя разработать без обобщения методик подобных исследований (1—2), а для полного анализа оборудования (1—4), необходимого для полевых опытов, необходима законченная методика.

Представленный СГ по объему выделенных работ разработан как сеть руководителя темы. На отдельные работы можно составлять частные сети с более детальным развитием временных и материальных затрат.

Временная оценка выполнена с использованием вероятностного метода определения продолжительности работы*. При этом исходные оценки (оптимистическая, пессимистическая и наиболее вероятная) взяты по компетенции ответственных исполнителей с учетом опыта работы в прошлые годы. Рассчитанное наиболее вероятное время протекания работ в днях показано под соответствующими стрелками-работами.

Расчет основных параметров СГ проведен в табличной форме (табл. 2). С учетом продолжительности работ (t) определяются их ранние сроки начала ($t_{р.н}$) и окончания ($t_{р.о}$), поздние сроки начала ($t_{п.н}$) и окончания ($t_{п.о}$), устанавливается критический путь и вычисляются резервы времени отдельных работ (R).

Критический путь — наибольший по продолжительности от начального до завершающего событий; на рис. 1 он выделен двойными линиями (в табл. 2 для работ критического пути соответствует равенство $t_{р.н} = t_{п.н}$ и $t_{р.о} = t_{п.о}$). Общая продолжительность выполнения НИР составляет 301 календарный день. Видно, что работы критического пути не имеют резерва времени и отставание по выполнению какой-либо из них повлечет за собой увеличение общей продолжительности разработки НИР. В то же время ряд работ (1—2, 2—5, 4—8 и др.) располагает определенным резервом времени, что можно учитывать при их выполнении.

При составлении СГ, как правило, необходима оптимизация, то есть приведение его в соответствие с заданными сроками и материально-техническими возможностями. При этом нужно обеспечить равномерную загрузку исполнителей в течение года с установлением календарных сроков выполнения каждой работы.

Необходимо иметь в виду, что применение СГ целесообразно в том случае, если методы реализации выполнения темы известны.

Метод СПУ способствует лучшей организации научно-исследовательской деятельности, более интенсивному и согласованному выполнению как отдельных этапов, так и в целом темы.

* П. Л. Заборский, Д. М. Нусенбаум. Практика сетевого планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Изд-во «Экономика», М., 1967.

ЮБИЛЕИ

ЮБИЛЕИ

профессора АЛЕКСАНДРА НИКОЛАЕВИЧА ПЕСОЦКОГО

Исполнилось 75 лет со дня рождения, 50 лет научной, педагогической, производственной и общественной деятельности заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора Ленинградской лесотехнической академии, члена редакционной коллегии «Лесного журнала» Александра Николаевича Песоцкого.

А. Н. Песоцкий родился 31 марта 1896 г. в Ленинграде в семье инженера — известного специалиста в области лесопиления и деревообработки. С 1906 г. по 1914 г. он учился в гимназии, после окончания поступил в Институт инженеров путей сообщения, который окончил в 1921 г. До 1931 г. работал инженером на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях Ленинграда, Пскова, Шлиссельбурга.

Параллельно с производственной деятельностью А. Н. Песоцкий занимался научно-исследовательской работой в области лесопиления и сушки древесины и педагогической работой в Ленинградском институте народного хозяйства, в Лесотехнической академии, впоследствии в Промышленной академии. Полностью на научно-педагогическую работу он перешел в 1931 г. в Ленинградский технологический институт, где в течение 10 лет был профессором, заведующим кафедрой и деканом факультета деревообработки. В Лесотехнической академии работает с 1941 г., последовательно занимая должности проректора по научной и учебной работе, декана факультета механической технологии древесины и заведующего кафедрой лесопильного производства и гидротермической обработки древесины.

Диссертацию на ученую степень доктора технических наук А. Н. Песоцкий защитил в 1940 г.; она была посвящена исследованию сырья и пилопродукции в лесопильном производстве и впоследствии в значительной степени послужила основой для стандартизации лесной продукции.

В 1967 г. А. Н. Песоцкому было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, а ранее, в 1966 г. — звание почетного доктора Дрезденского технического университета (ГДР). С 1964 г. А. Н. Песоцкий состоит членом редколлегии «Лесного журнала», а с 1963 г. — почетным членом редсовета научного журнала «Holztechnologie», издаваемого в г. Дрездене (ГДР).

А. Н. Песоцкий является членом ряда научно-технических советов и участвует в разработке международных стандартов на лесную продукцию, неоднократно принимал участие в международных конференциях в качестве председателя, главы Советской делегации и докладчика.

А. Н. Песоцкий имеет свыше 110 научных и печатных трудов. Его капитальный труд — «Лесопильное производство» — переведен на чешский, румынский, польский и китайский языки и издан в СССР и за границей девятью изданиями.

Пожелаем нашему крупному ученому долгих лет счастливой жизни, здоровья, неугасаемой энергии и больших новых успехов в лесотехнической науке и подготовке инженерных кадров!

М. С. Мовнин, А. Э. Грубе, Е. П. Кондрашкин, М. Д. Бавельский, А. А. Маягин, В. А. Куликов, В. Б. Прохоров, Б. С. Чудинов, В. Я. Филькевич.

Ленинградская лесотехническая академия

СОДЕРЖАНИЕ

И. М. Боховкин, Е. С. Романов. Претворим решения XXIV съезда КПСС в жизнь! 3

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>М. В. Давидов.</i> Сортиментная структура культур дуба в Тульских засеках . . .	5
<i>В. М. Ивановта.</i> К вопросу о биометрическом анализе хозяйственной спелости леса	8
<i>Н. И. Логвиненко.</i> Опыт выращивания культур ели на незадерневших вырубках без подготовки почвы	10
<i>Е. С. Спиридонов.</i> Мелиоративная роль берегозащитной лесной полосы Саратов — Астрахань и особенности ее роста . . .	12
<i>В. Я. Попов, П. И. Войчалъ.</i> Климатипы сосны в культурах и возможности перебросок сосновых семян в Архангельскую область . . .	14
<i>У Тё Тинт.</i> Определение прироста сосновых древостоев статистическим методом	19
<i>В. Е. Ермаков.</i> Ход роста сосняков Белоруссии по основным типам леса . . .	24
<i>К. В. Краснобаева.</i> Плодоношение и качество семян пихты сибирской на южном пределе ее ареала в европейской части СССР . . .	27

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>В. И. Жабин, Л. П. Биричевский, Г. А. Калинин, В. В. Шелкунов.</i> О возвышении рельсовой нити железнодорожного пути в прямых участках . . .	31
<i>В. П. Мигляченко.</i> Влияние кинематических параметров на касательную составляющую усилия резания грунта	38
<i>С. И. Морозов.</i> Влияние начальной неровности на устойчивость рельсового пути	41
<i>Н. А. Гайдар, И. П. Ковтун, С. Г. Костокрыз.</i> Влияние вертикальных и продольно-угловых колебаний звеньев лесовозного автомобильного поезда на его продольную динамику . . .	49

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>М. С. Мовнин, Л. И. Янговский.</i> Синтез закона подачи дереворежущего инструмента кулачковым механизмом.	54
<i>В. И. Санев.</i> О скольжении ленточных пил на шкивах . . .	58
<i>Н. В. Ващев, В. И. Онегин.</i> Влияние уплотнения древесины на процессы нагревания	65
<i>В. И. Веселков.</i> Исследование технологических остаточных напряжений в полотнах ленточных пил . . .	69
<i>В. В. Гамов.</i> Влияние ширины частиц на прочность древесностружечных плит при растяжении вдоль плоскости . . .	73
<i>И. А. Кулиничева, В. Н. Петри.</i> О короблении лигноуглеводных древесных пластиков	77
<i>М. Н. Симонов, А. Г. Майорова.</i> Предел прочности коры и древесины при низких температурах	81
<i>Я. Т. Аболиньш, Я. А. Долацис, С. Г. Ильясов, В. В. Красников.</i> Выбор генератора инфракрасного излучения при терморадикационной обработке древесины и древесных материалов . . .	86

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Р. З. Пён, Э. М. Менчер, Л. Г. Хаустова, Г. М. Иоффе.</i> Целлюлоза из древесины лиственницы. Анализ корреляций свойств сульфатной целлюлозы. . .	91
<i>В. А. Селецкая, Д. А. Беленков.</i> Оценка токсичности комбинированных антисептиков по вероятности защиты древесины	95
<i>В. Н. Выхрева, Л. Н. Наткина, Н. Я. Солечник.</i> К вопросу о получении пластиков на основе древесных опилок. Изучение степени участия компонентов древесины в реакции с сополимером стирола и малеинового ангидрида . . .	99
<i>И. М. Боховкин, Г. А. Евсеев, Н. П. Коваленко.</i> Влияние водорастворимых органических веществ на процессы твердения цемента . . .	104
<i>А. Т. Олейник, А. В. Шагин, Н. А. Иванов, В. Н. Пилякин.</i> Исследование головной фракции от ректификации таллового масла Котласского ЦБК . . .	108
<i>И. Я. Киселев.</i> Исследование коэффициента трения древесных углей . . .	111

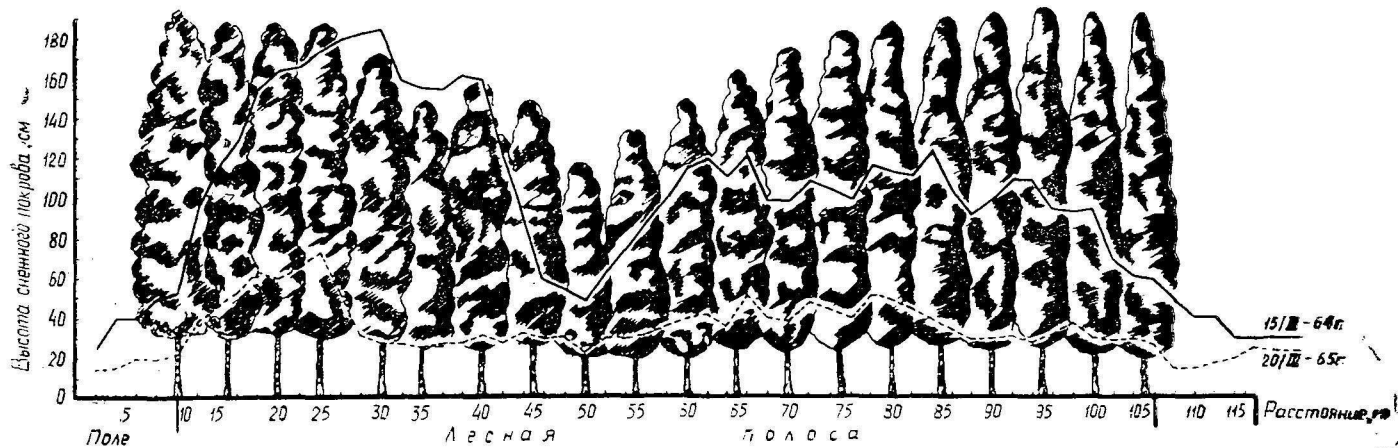


Рис. 1.

Таблица 1

Возраст, лет	Таксационные признаки																			
	ярус	состав	ярусов									древостоев основных пород I яруса								
			средняя высота, м	средний диаметр, см	сумма площадей сечений, м ²	число стволов, шт.	запас ство- ловой дре- весины в коре, м ³	изменение запаса в коре		сумма промежу- точного пользо- вания, м ³	общая продуктив- ность, м ³	поро- да	средняя высота, м	средний диаметр, см	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м ²	видовое число, 0,001	запас ство- ловой дре- весины в коре, м ³	изменение запаса в коре, м ³	
								среднее	текущее										среднее	текущее
10	I	8Д24Лп20Яс11Кл14Б8Ос5Ил7Лп3Ив	4,8	2,8	10,9	18167	45	4,5	—	7	52	Д	4,3	2,8	1547	1,0	880	4	0,4	—
	II	32Д36Яс16Кл4Ил9Лп3Лпц										Яс	4,6	2,6	4140	2,2		9	—	—
20	I	34Д28Лп18Яс6Кл6Б4Ос2Ил2Ив	8,4	6,3	19,4	6257	104	5,1	5,9	22	126	Д	8,1	6,2	2200	6,8	636	35	1,7	3,1
	II	9Д23Лп2Яс22Кл7Ил37Лпц										Яс	9,4	7,4	815	3,5		19	—	—
30	I	46Д27Лп13Яс4Кл5Б3Ос2Ил	12,1	10,2	24,4	2975	162	5,4	5,8	48	210	Д	12,1	9,9	1457	11,2	556	75	2,5	4,0
	II	—										Яс	12,9	12,3	260	3,1		21	—	—
40	I	54Д22Лп12Яс4Кл4Б2Ос2Ил	15,4	14,2	27,6	1750	216	5,4	5,4	84	300	Д	15,4	13,9	966	14,7	516	117	2,9	4,2
	II	—										Яс	16,0	16,6	148	3,2		26	—	—
50	I	60Д19Лп12Яс3Кл2Ил2Б2Ос	18,4	18,3	29,9	1130	264	5,3	4,8	127	391	Д	18,4	18,1	670	17,2	491	158	3,1	4,1
	II	46Лп34Кл20Ил										Яс	18,8	20,7	104	3,5		32	—	—
60	I	62Д21Лп12Яс2Кл2Б1Ил	21,0	22,4	31,3	800	306	5,1	4,2	167	473	Д	21,1	22,4	477	18,8	475	191	3,2	3,3
	II	52Лп33Кл15Ил										Яс	21,3	24,5	76	3,6		37	—	—
70	I	63Д23Лп12Яс1Кл1Ил	23,0	26,4	32,2	590	344	4,9	3,8	204	548	Д	23,4	26,6	360	20,0	464	217	3,1	2,6
	II	55Лп33Кл12Ил										Яс	23,3	28,0	60	3,7		41	—	—
80	I	62Д24Лп13Яс1 (Кл + Ил)	24,4	30,0	33,0	469	376	4,7	3,2	238	614	Д	25,2	30,8	275	20,7	455	236	3,0	1,9
	II	55Лп35Кл10Ил										Яс	24,9	31,0	54	4,1		47	—	—
90	I	62Д24Лп13Яс1 (Кл + Ил)	25,4	33,4	33,7	386	404	4,5	2,8	269	673	Д	26,5	34,9	219	21,0	450	251	2,8	1,5
	II	56Лп35Кл9Ил										Яс	26,0	33,4	48	4,2		53	—	—

Таблица 1

Перечень работ сетевого графика

Код	Наименование работ
0—1	Заключение хоздоговора на тему НИР
1—2	Литературный обзор методик подобных экспериментов
1—3	Разработка методики проведения экспериментов
1—4	Анализ необходимого для полевых опытов оборудования
2—5	Изучение специальной технической литературы по теме НИР
5—6	Составление реферата о состоянии исследований по обоснованию норм содержания рельсовой колеи
6—17	Анализ материалов исследований кафедры по теме НИР в прошлые годы
3—7	Согласование с заказчиком места проведения полевых опытов
7—12	Согласование с предприятием условий проведения полевых опытов
4—8	Проверка и ремонт киноаппаратуры
4—9	Проверка и ремонт оборудования для измерения просадок и отжатий рельсов
4—11	Проверка и ремонт тензометрической части оборудования
4—10	Подготовка лабораторных опытов
10—11	Выполнение лабораторных опытов
11—12	Подготовка аппаратуры и оборудования к отправке
12—13	Проведение полевых опытов
13—14	Расшифровка тензометрических экспериментальных записей и подготовка этого материала для статистического анализа
13—15	Расшифровка материалов киносъемки и их графическое представление
14—16	Статистическая обработка материалов тензометрических измерений на ЭВМ
15—16	Обработка материалов киносъемки и аналитические расчеты по ним
16—17	Разработка рекомендаций по результатам исследований текущего года
17—18	Подготовка материала для отчета по НИР
17—19	Разработка обобщенных рекомендаций по обоснованию норм содержания пути в прямых участках
19—20	Оформление отчета
20—21	Обсуждение и утверждение отчета

Таблица 2

Расчет сетевого графика

Количество предшествующих работ	Код работ	t	t _{р.н}	t _{р.о}	t _{п.н}	t _{п.о}	R
1	1—2	12	0	12	8	20	8
1	1—3	20	0	20	0	20	0
1	1—4	14	0	14	6	20	6
1	2—5	17	12	29	175	192	163
1	2—3	0	12	12	20	20	8
2	3—4	0	20	20	20	20	0
2	3—7	5	20	25	88	93	68
2	4—8	15	20	35	77	92	57
2	4—9	18	20	38	74	92	54
2	4—10	20	20	40	60	80	40
2	4—11	72	20	92	20	92	0
1	5—6	21	29	50	192	213	163
1	6—17	14	50	64	213	227	163
1	7—12	9	25	34	93	102	68
1	8—11	0	35	35	92	92	57
1	9—11	0	38	38	92	92	54
1	10—11	12	40	52	80	92	40
4	11—12	10	92	102	92	102	0
2	12—13	25	102	127	102	127	0
1	13—14	30	127	157	135	165	8
1	13—15	50	127	177	127	177	0
1	14—16	47	157	204	165	212	8
1	15—16	35	177	212	177	212	0
2	16—17	15	212	227	212	227	0
1	17—18	42	227	269	227	269	0
1	17—19	21	227	248	248	264	21
1	18—19	0	269	269	269	269	0
2	19—20	20	269	289	269	289	0
1	20—21	12	289	301	289	301	0

Цена 1 руб.

Индекс 70368

**Подписывайтесь
на журнал на 1971 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„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 высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

А. Ф. Николаев. Связь потерь древесины в карандашах с параметрами лущения	114
А. М. Киялков. Широкодиапазонный мостовой преобразователь размеров бревен в интервал времени, пропорциональный объему	118

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Т. А. Кислова. К вопросу об экономической оценке лесных культур различной густоты	124
Е. Е. Бурсин. Макет преискурантов и ценностные коэффициенты на пиломатериалы	127
Т. М. Бродович. Экономическая оценка внедрения псевдотуги в лесные насаждения Карпат	130

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

А. Д. Лозовой. Динамика видового состава и ход роста ясеневолиповых дубняков Крапивенского лесхоза Тульских заповедников	134
С. А. Петров, В. Б. Скупченко. Морфологические особенности и гистологическое строение побегов химерного тополя «Казахстанский-272» и компонентов прививки	136
В. Ф. Чопенко. Лесные культуры южных Курильских островов	139
А. Н. Пиликин. Динамика восстановления полноты в прореживаемых ельниках Закарпатья	141
В. И. Шубин, М. Ф. Чеснокова. О влиянии подсыхания двухлетних сеянцев сосны на их приживаемость и рост	144
И. И. Старченко. Взаимосвязь между диаметрами кроны и стволов у дуба черешчатого в условиях Велико-Анадольского леса	147
В. А. Козлов, Н. А. Коротких, А. П. Матюшкина. Содержание минеральных элементов в древесине сосны Южной Карелии	150
М. Е. Майоров. Определение состава древостоя при осветлении	152
В. М. Борисов. Характер роста поросли дуба летнего на вырубках	—
А. А. Дрейманис. Цветение сосны обыкновенной в условиях Латвийской ССР	154
М. Я. Обросов. Зависимость усилия резания от глубины внедрения реза в древесину при обрезке сучьев	156
Н. А. Екименко. Исследование армированных древопластиков и применение их в машиностроении	159
В. Е. Шучин. О влиянии скорости резания на процесс продольного пиления древесины круглыми пилами	162
И. И. Бардышев, Г. И. Мальцев, Р. И. Зенько, Е. П. Проказин. О составе летучих масел, отгоняемых из живицы и из ветвей маточных деревьев сосны крымской и их прививок	164
И. В. Хазова, Б. Д. Богомолов. Определение примесей в диметилсульфоксиде	167
А. И. Ломоткин. Применение газо-жидкостной хроматографии к анализу легколетучих продуктов катализа диспентена под действием ортофосфорной кислоты	168
Г. Ф. Потуткин. Инфракрасные спектры лигнинов, выделенных из древесностружечных плит	170
Г. А. Калинин. Об использовании метода СПУ в организации научно-исследовательской работы	173

ЮБИЛЕИ

М. С. Мовнин, А. Э. Грубе, Е. П. Кондрашкин, М. Д. Бавельский, А. А. Маятин, В. А. Куликов, В. Б. Прохоров, Б. С. Чудинов, В. Я. Филькевич, Юбилей профессора Александра Николаевича Песоцкого	175
--	-----

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста. Статьи, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера не должны быть более 3 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркнуть двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *o* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, *l* и *J*; ζ и ξ .

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и матема-

тических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, на матовой бумаге, чертежи сделаны черной тушью на ватмане). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе и напечатаны на машинке.

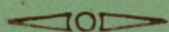
Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 15 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ

