

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ

2

1976

АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), доц. **С. И. Морозов** (зам. отв. редактора), проф. **Н. М. Белая**, доц. **П. И. Войчалъ**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. ВАСХНИЛ, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, проф. **В. Н. Худоногов**, проф. **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.

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976.

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 девятнадцатый)

Сдан в набор 5/III-1976 г. Подписан к печати 18/V-1976 г.
Форм. бум. 70X108^{1/16}. Печ. л. 15,4 + 2 вкл. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 15,37
Тираж 2100. Ст. 00092. Заказ 735. Цена 1 руб.

Типография им. Склепина издательства Архангельского обкома КПСС,
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

ЗА СОЮЗ НАУКИ С ПРОИЗВОДСТВОМ

В обстановке высокого политического и трудового подъема советские люди претворяют в жизнь исторические решения XXV съезда КПСС. В минувшей пятилетке трудящиеся нашей страны добились крупных успехов в создании материально-технической базы коммунизма. Построенное в нашей стране развитое социалистическое общество достигло новой ступени зрелости. С ростом экономического и научно-технического потенциала продолжали совершенствоваться производственные отношения и социальная структура общества. Еще больше расширились возможности комплексного решения социально-экономических проблем. Экономика СССР развивалась высокими и устойчивыми темпами. Был обеспечен значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа. По результатам решения крупных экономических и социальных задач, абсолютному приросту объемов производства и ассигнованиям на рост благосостояния народа девятая пятилетка не имела равных себе.

Решающим условием дальнейшего повышения производительности труда, эффективности общественного производства и улучшения качества продукции XXV съезд КПСС назвал повышение темпов научно-технического прогресса. «Мы, коммунисты, — говорил тов. Л. И. Брежнев на съезде, — исходим из того, что только в условиях социализма научно-техническая революция обретает верное, отвечающее интересам человека и общества направление. В свою очередь, только на основе ускоренного развития науки и техники могут быть решены конечные задачи революции социальной — построено коммунистическое общество».

«Ускорить техническое перевооружение производства, широко внедрять прогрессивную технику и технологию, обеспечивающие повышение производительности труда и качества продукции, увеличение фондоотдачи, экономии материальных ресурсов, улучшение условий труда, охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» — записано в решениях XXV съезда. На выполнение этих задач направлены сейчас усилия советской науки и в том числе ученых вузов. Партия поставила задачу «Повысить эффективность использования научного потенциала. Предусмотреть дальнейшее развитие научных исследований, ускоренное и широкое внедрение их результатов в народное хозяйство. Усилить связь науки с производством».

Научные коллективы лесных вузов активно сотрудничают с производством, способствуют техническому прогрессу в лесном деле. Но сейчас необходимо умножить усилия, повысить целеустремленность и ответственность научных исследований, ускорить их внедрение.

Наше лесное хозяйство ожидает от науки глубоких и обоснованных рекомендаций и разработок по вопросам генетики и селекции, защиты леса от вредителей, болезней и пожаров, механизации рубок ухода за лесом и лесовосстановительных работ, экономики, организации и управления производством.

В лесозексплуатации первоочередными остаются проблемы механизации труда. Будет продолжено освоение принципиально новой технологии лесосечных работ с полной механизацией труда, основанной на внедрении валочно-пакетирующих и валочно-трелевочных машин. В 1980 году предстоит довести уровень машинной валки леса до 26—28%, трелевки леса бесчokerными машинами до 40%, очистки стволов от сучьев машинами до 23—25%. В этом немалая роль принадлежит

ученым, разрабатывающим принципиально новые технологические процессы и машины. Научные коллективы ЛТА, МЛТИ и др. много сделали для механизации лесозаготовительного производства. Долг ученых всех лесных вузов развить эти успехи, помочь переложить тяжелые лесные работы на плечи машин.

Прошедшая девятая пятилетка ознаменовалась значительным прогрессом в деле комплексного использования лесного сырья. Лесозаготовители и лесопильщики создали новую отрасль — производство технологической щепы из низкокачественной древесины и отходов для выработки плит, целлюлозы и древесной массы. Ученые вузов должны ускорить поиски эффективных технологических процессов переработки новых видов сырья в целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности и в производстве плит.

Лесопильно-деревообрабатывающую отрасль намечается обеспечить автоматизированными сортировочными линиями для бревен, фрезерно-пильными станками, установками для сортировки сырых пиломатериалов, автоматизированными линиями для браковки, торцовки, сортировки и пакетирования пилопродукции, оборудованием для низкотемпературной камерной сушки пиломатериалов и др. Дальнейшее развитие получит пакетный метод перемещения пиломатериалов.

Особо актуальны исследования по проблемам охраны природы, начиная от борьбы с лесными пожарами и кончая охраной водной и воздушной среды от загрязнения предприятиями по химической переработке древесины. В решении этих вопросов позиции вузовской науки особенно сильны: наличие в каждом вузе кафедр самого различного профиля позволяет вести широкие системные исследования по комплексным проблемам, где достижение высокой экономической эффективности необходимо сочетать с бережным отношением к природе.

Весьма благоприятны в вузах предпосылки для развертывания широких социально-экономических исследований, что так необходимо для успешного выполнения социально-экономической программы, намеченной XXIV и XXV съездами КПСС.

Вузовские кафедры общественных наук, продолжая исследования теоретических вопросов истории КПСС, философии, политэкономии и научного коммунизма, должны и могут активнее вести конкретные социологические исследования по заказам промышленности. Эти исследования, несомненно, помогут и кафедрам общественных наук совершенствовать уровень преподавания и повысить его действенность.

Современный этап развития науки характеризуется расширением кооперации в научной деятельности, углублением и дифференциацией научного труда. Предстоит и впредь укреплять связи между теоретическими и прикладными исследованиями, благодаря чему неуклонно сокращать время между открытиями и их внедрением. Более широкое распространение должны получить новые организационные формы связи коллективов учебных заведений с предприятиями и организациями: договоры о творческом содружестве по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; совместное авторство; межведомственные советы и т. д.

Целеустремленная, многоплановая научная работа вузов, включающая широкое привлечение к ней студентов, даст не только прямую пользу производству, но и будет способствовать решению основной задачи высшей школы — готовить для народного хозяйства высококвалифицированных идейно закаленных специалистов, умелых проводников научно-технического прогресса и коммунистических идеалов.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 581.824 : 633.878.32

К ВОПРОСУ О ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ВТОРИЧНОЙ ФЛОЭМЫ в сем. *Pinaceae* Lindl.

В. М. ЕРЕМИН

Воронежский лесотехнический институт

В результате исследования элементов вторичной флоэмы 24 видов хвойных, естественно произрастающих в СССР, выявлены основные направления филогенетической специализации ситовидных клеток и флоэмных лучей. Установлено, что в процессе эволюции длина ситовидных элементов уменьшалась, ситечки концентрировались на косых стенках. Радиальные размеры поперечников ситовидных клеток уменьшались, форма ситечек от эллипсовидной переходит к круглой. Флоэмные лучи уменьшались по высоте и слоистости.

В решении вопросов филогенеза сосновых значительную роль сыграли исследования в области древесины [1], [2], [5], [11]. Данные по филогении элементов флоэмы в доступной нам литературе нет. Не до конца решен вопрос о том, какие элементы флоэмы считать примитивными, а какие эволюционно более подвинутыми, тогда как для элементов ксилемы эти вопросы решены достаточно успешно [4], [6—10], [12], [13]. Вместе с тем, между ксилемой и флоэмой имеются бесспорные параллели: общность происхождения из камбия и прокамбия, выделение в обеих тканях специализированных проводящих элементов и т. д. Это сходство позволяет предположить, что обе ткани построены по одному принципу и имели примерно одну судьбу как в эволюционном развитии наземных растений, так и в индивидуальном развитии особей отдельных видов.

В литературе есть сведения, что в сем. *Pinaceae* наиболее примитивны представители рода *Abies*, а наиболее подвинуты — рода *Pinus* [5], [13]. Следовательно, сравнивая элементы коры родов *Abies* — *Picea* — *Larix* — *Pinus*, мы можем выявить определенную зависимость в филогенетической специализации элементов коры в сем. *Pinaceae*.

Для проведения сравнительных исследований элементов вторичной флоэмы нами в различных областях СССР были отобраны модельные деревья 22 видов хвойных: *Abies nephrolepis* Maxim. (Хабаровский край), *A. sachalinensis* Mast., *A. Mayriana* Miyabe et Kudo (Сахалин), *A. holophylla* Maxim. (Приморье), *Picea ajanensis* Fisch. (Сахалин), *P. Glehni* Mast. (Сахалин), *P. excelsa* Link. (БССР), *P. obovata* Ldb. (Хабаровский край), *P. koraiensis* Nakai (Приморье), *P. Schrenkiana* F. et M. (Киргизская ССР), *Larix dahurica* Turcz. (Амурская обл.), *L. kurilensis* Mayr (Сахалин), *L. olgensis* A. Henry (Приморье), *L. sibirica* Ldb. (Красноярский край), *L. leptolepis* Gord. (Сахалин), *L. amurensis* Kolesn. (Хабаровский край), *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. (Приморье), *P. sibirica* (Rupr.) Mayr (Красноярский край), *P. pumila* (Pall.) Rgl. (Сахалин), *P. funebris* Kom. (Приморье), *P. silvestris* L. (БССР). Образцы коры *Abies Nordmanniana* (Stev.) Spach. и *A. sibirica* Ldb. были получены нами из коллекции кафедры ботаники и дендрологии Воронежского лесотехнического института (ВЛТИ).

Полевой материал собирали по окончании вегетационного периода в течение 1969—1973 гг. Модельные деревья возраста 60—80 лет отбирали в более или менее оптимальных для каждой породы условиях местопроизрастания. Образцы коры для анализа брали из середины ствола, так как именно здесь у хвойных элементы флоэмы

достигают дефинитивных размеров [3]. Образцы фиксировали в смеси спирта и глицерина (1:1). Мацерацию тангентальных срезов флоэмы и измерение элементов проводили по общепринятой методике. Всего произведено более 20 тыс. измерений, данные их сгруппированы в вариационные ряды и обработаны методами математической статистики.

В дальнейшем изложении мы будем, следуя Энглеру [14], продолжать пользоваться эволюционным рядом *Abies* — *Picea* — *Larix* — *Pinus* и постараемся проследить, в какой мере изменения показателей анатомической структуры коры соответствуют именно такой последовательности названных родов.

Вид	Характеристика ситовидных клеток				
	Длина, мк	Число ситечек, шт.	Количество на косых стенках, %	Расстояние между ситечками, мк	Длина косой стенки, мк
Пихта					
белокорая	3324± 73	131	67,6	14±1,4	753±28
сахалинская	2208± 70	182	58,4	12±0,9	741±28
Майра	2428± 84	178	54,5	13±0,7	708±28
цельнолистная	2748± 92	175	58,5	14±0,8	578±26
сибирская	2936± 48	180	56,8	13±0,5	719±12
кавказская	3443± 65	178	52,5	10±0,9	680±22
Семенова	3105± 66	182	54,8	12±0,5	686±36
Ель					
сибирская	2980± 82	120	79,1	26±2,1	525±21
корейская	3272± 71	144	73,1	24±1,9	580±25
обыкновенная	3518±120	154	70,2	35±0,7	610±22
Глена	2864± 79	130	73,1	23±1,8	603±23
аянская	3244± 70	147	66,6	23±1,7	540±19
Шренка	2186± 66	151	71,5	24±0,9	452±24
Лиственница					
даурская	2985±101	185	60,0	13±0,9	780±26
курильская	2512± 72	155	60,0	11±0,7	705±23
ольгинская	2236± 97	172	44,1	15±1,2	670±22
амурская	3238± 28	160	52,8	11±0,6	642±22
сибирская	3620± 69	170	48,2	13±0,8	655±16
японская	2584± 69	128	60,9	11±0,4	695±19
Кедровый стланик	1668± 60	96	71,8	22±1,2	350±15
Сосна					
корейская	2502±106	105	76,8	23±1,6	593±22
сибирская	2720± 85	102	75,0	22±0,8	390±18
обыкновенная	2666± 42	110	68,0	43±3,6	440±28
могильная	2800± 83	85	68,0	23±1,6	463±25

Как видно из табл. 1, уменьшение длины ситовидных элементов в эволюционном ряду проявляется недостаточно четко и последовательно. Более отчетлив ход эволюции расстояния между ситечками на боковых стенках: у представителей рода *Abies* эти расстояния почти в два раза меньше, чем у представителей рода *Pinus*. Отметим, что по этому признаку род *Picea* гораздо ближе к роду *Pinus*, а род *Larix* — к роду *Abies*.

На косых стенках наибольшее количество ситечек (от общего числа) имеют представители рода *Pinus*, а наименьшее — рода *Abies*. Следовательно, в процессе эволюции ситечки концентрируются на косых стенках. Виды рода *Picea*, как и в первом случае, стоят ближе к роду *Pinus*, а *Larix* — к *Abies*. Хорошо заметно уменьшение длины косых стенок от *Abies* к *Pinus*, и вновь обращают на себя внимание эти величины у представителей родов *Picea* и *Larix*. В процессе эволюции размер ситечек вдоль клетки возрастает, то есть ситечки

принимают округлую форму. Отношение диаметра ситечек, перпендикулярного оси клетки, к диаметру по оси клетки, названо нами коэффициентом формы K . Значение его, близкое к единице у сосен и елей, говорит о том, что форма ситечек округлая; у лиственниц и пихт он равен почти 2, то есть форма ситечек эллипсоидная.

В процессе эволюции изменялись и поперечники ситовидных элементов: уменьшались радиальные размеры, высота и слоистость флоэмных лучей у сосновых (табл. 1).

Таблица 1

Размер ситечек на косых стенках, мк		Характеристика флоэмных лучей				
по оси клетки $M_{min} - M_{max}$	поперек клетки $M \pm m$	K	Высота лучей, мк	Количество лучей, %, с числом слоев		
				1-5	6-10	более 10
11±0,5	22±0,9	1,97	218±23	24	32	44
11±0,6	21±0,9	1,88	265±16	4	20	76
11±0,8	20±0,8	1,82	211±14	20	24	56
11±0,6	20±0,8	1,81	211±12	12	44	44
8±0,3	13±0,3	1,63	220±14	18	42	40
12±0,4	22±0,6	1,78	211±15	15	25	60
11±0,3	21±0,5	1,98	205±12	22	35	43
13±0,9	15±0,8	1,13	168±16	26	52	22
15±0,7	17±0,6	1,10	132±6	20	80	—
18±0,5	21±0,6	1,17	157±2	20	55	25
15±0,6	15±0,4	0,99	127±8	52	48	—
12±0,8	14±0,6	1,16	130±11	64	24	12
12±0,4	14±0,6	1,17	173±15	40	35	25
13±0,6	20±0,9	1,5	195±15	25	38	37
12±0,6	22±1,1	1,8	185±17	24	32	44
13±0,8	20±0,8	1,55	225±20	28	30	32
12±0,5	21±1,2	1,77	261±21	16	32	52
9±0,4	19±0,7	2,10	202±20	24	40	36
8±0,7	15±1,1	1,78	260±21	28	30	32
12±0,5	12±0,7	1,00	69±3,6	100	—	—
18±1,1	19±0,5	1,04	171±10	55	30	15
16±0,4	17±0,6	1,06	180±8	30	45	25
22±1,5	23±1,1	1,04	108±6	92	8	—
17±0,5	18±0,8	1,02	99±9	84	16	—

Из анализа данных таблицы видно, что род *Picea* по всем изученным признакам стоит ближе к роду *Pinus*, а род *Larix* — к роду *Abies*. В то же время в системе Энглера род *Larix* стоит дальше рода *Picea*. Здесь мы встречаемся с явным противоречием данных анатомического анализа коры с морфологическими признаками, на основании которых построена система Энглера.

Однако ни результаты наших исследований, ни данные других авторов не позволяют пока сделать вывод о месте родов *Larix* и *Picea* в сем. *Pinaceae*. Окончательное решение проблемы возможно лишь после проведения дальнейших всесторонних исследований.

ЛИТЕРАТУРА

Ш. Алексеев А. М. Древесина хвойных и некоторые филогенетические вопросы, с нею связанные. — Изв. Казанского института сельского хозяйства и лесоводства, часть лесная, 2, 1930. [2]. Будкевич Е. В. Анатомическое строение древесины

видов *Larix* в связи с их систематикой. — «Ботанический журнал», 1956, 41, (1). [3]. Еремин В. М. Анатомическая структура коры хвойных древесных пород Дальнего Востока. Дис. на соиск. учен. степени канд. биологических наук. Воронеж, 1972. [4]. Тахтаджян А. Л. Морфологическая эволюция покрытосеменных. М., изд. МОИП, 1948. [5]. Тахтаджян А. Л. Высшие растения. Ч. I. От псилофитовых до хвойных. М.—Л., АН СССР, 1956. [6]. Тахтаджян А. Л. Основы эволюционной морфологии покрытосеменных растений. М.—Л., «Колос», 1964. [7]. Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений. М.—Л., АН СССР, 1966. [8]. Чавчавадзе Е. С. Структурная эволюция лучей вторичной древесины хвойных. — Тезисы докладов 2-го Московского совещания по филогении хвойных. М. 1964. [9]. Чавчавадзе Е. С. Критерии примитивности признаков паренхимы древесины хвойных. — Сообщения по анатомии и физиологии растений. Л., 1967. [10]. Чавчавадзе Е. С. К вопросу об эволюции семейств хвойных (по данным анатомии древесины). — Сообщения по анатомии и физиологии растений. Л., 1967. [11]. Ярмоленко А. В. Опыт применения анатомии вторичной древесины ствола к объяснению филогении хвойных. — «Советская ботаника», 1933, № 6. [12]. Яценко-Хмелевский А. А. Принципы систематики древесины. — Труды Ботанического института АН АрмССР, т. V, 1948. [13]. Яценко-Хмелевский А. А. Основы и методы анатомического исследования древесины. М.—Л., АН СССР, 1954. [14]. Engler A., Prantl K. Die natürlichen Pflanzenfamilien Teil 11. Leipzig. Verlag von Wilhelm Engellmann, 1889.

Поступила 16 июня 1975 г.

УДК. 634.0.521.2

О ПОЛОЖЕНИИ СРЕДНЕГО ДЕРЕВА В ДРЕВОСТОЕ

С. В. СОКОЛОВ

Уральский лесотехнический институт

По материалам 172 пробных площадей и 135 сплошных перечетов на площади 1014 га дан анализ распределений числа стволов по ступеням толщины, средних диаметров древостоев и рангов среднего дерева в зависимости от возраста модальных сосняков подзоны южной тайги Зауралья. Изучен также вопрос о положении среднего дерева по 10 классам местоположения стволов в древостое элемента леса. Отмечаются особенности этих сосняков.

Исследования, проведенные нами в модальных сосняках подзоны южной тайги Зауралья, показывают, что распределение диаметров в сосняках приближается к нормальному. Степень приближения зависит от ряда факторов: возраста древостоев, интенсивности рубок ухода, района произрастания древостоев, типа леса и др. Именно поэтому у кривых распределения различна мера косости, и они отличаются от нормальных по крутости. Положение среднего дерева в древостое непрерывно меняется, хотя изменения эти находятся в определенных границах.

Ранг среднего дерева мы определяли графо-аналитическим способом отдельно для каждого конкретного древостоя. Строили кривые распределения числа стволов по ступеням толщины и затем по фактическому среднему диаметру древостоя, рассчитанному через площадь сечения, по графику определяли фактический ранг среднего дерева. Этим способом были рассчитаны ранги средних деревьев для 307 древостоев сосны подзоны южной тайги Зауралья (172 пробные площади и 135 сплошных перечетов на площади 1014 га с числом деревьев 150 255). Материал обрабатывали на ЭВМ «Одра-1013».

Ранги среднего дерева в зависимости от возраста древостоев, приведенные в табл. 1, позволяют отметить следующую закономерность: с уменьшением возраста древостоев ранг среднего по диаметру дерева увеличивается.

Таблица 1

Возраст древостоев, лет	Положение среднего дерева, %			
	вычисленные нами		Среднее по А. В. Тюрину [8], [9]	Среднее по О. А. Неволину [5]
	Границы колебаний	Среднее		
До 40	68—52	62	59	62—59
41—120	68—52	60	57	55—54
Более 120	63—49	56	—	—

По К. Е. Никитину [6], для лиственничных культур УССР он составляет 52—62%, а по М. М. Орлову [7] для сосны — 53—58%. Следовательно, модальные древостои по этому показателю существенно отличаются от нормальных.

Непостоянство положения среднего дерева по диаметру и изменение его с возрастом отмечали также М. Л. Дворецкий [2], [3], К. Е. Никитин [6] и др. Здесь можно говорить лишь о наиболее вероятном местоположении среднего дерева в древостое, но никак не о законе.

Также весьма противоречивы суждения о местоположении среднего дерева в пределах более мелких частей древостоя элемента леса. Для выяснения этого вопроса по материалам 25 пробных площадей, заложенных в сосняках подзоны южной тайги Зауралья, рассчитаны ранги средних деревьев по диаметру в пределах десяти классов местополо-

Таблица 2

Возраст древостоев на пробе, лет	Ранг среднего дерева, %, по классам местоположения										Ранг среднего дерева древостоя, %
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
67	50	56	52	53	53	60	48	61	63	63	52
70	40	52	51	56	48	60	68	69	64	64	57
70	40	40	40	55	50	45	46	57	51	52	57
70	40	44	48	46	46	38	45	61	44	62	54
72	35	46	52	58	55	51	56	66	59	63	57
77	42	37	41	42	50	42	43	53	56	60	54
80	46	50	58	54	63	58	59	59	68	68	55
83	48	57	57	57	65	57	58	54	66	63	53
84	48	52	48	48	48	46	42	36	54	56	55
85	39	50	56	47	46	42	57	48	59	59	58
85	50	43	57	55	60	62	56	57	56	61	58
88	52	51	46	52	58	47	53	63	53	69	56
90	52	48	43	43	48	48	43	53	52	58	56
90	52	52	52	57	48	52	66	50	53	54	57
93	38	52	48	51	52	43	43	40	56	64	57
99	51	46	51	49	51	54	54	48	60	62	56
110	51	53	53	61	53	54	53	66	56	63	54
119	51	50	50	47	47	49	48	47	44	62	52
120	50	50	54	46	42	54	38	44	56	62	59
130	50	50	54	52	54	54	54	47	58	52	54
133	50	50	58	50	46	70	65	61	56	56	53
150	49	53	49	53	51	49	51	48	49	71	58
154	41	59	48	52	41	62	46	50	53	60	57
155	49	51	54	51	54	46	57	54	55	65	53
160	54	53	53	50	58	50	50	47	58	73	51
Среднее: 101	47	50	51	51	52	52	52	54	56	62	55

жения стволов в древостое элемента леса (в каждом классе по 10% стволов элемента леса). Расчеты проводили следующим образом: число деревьев по ступеням толщины выражали в процентах от общего их числа элемента леса сосны на пробе, по этим данным строили кривые сумм накопленных частотей диаметров, по которым определяли число деревьев определенных размеров в каждом из десяти классов.

Используя ранее построенные кривые распределения накопленных частотей диаметров и принимая число деревьев в пределах класса за 100%, определяли ранг дерева, соответствующий среднему диаметру деревьев каждого класса (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что ранг дерева, среднего по диаметру, варьирует по классам местоположения стволов сосновых древостоев, закономерно увеличиваясь от низших классов к высшим (от 47% в I до 62% в X классе), причем в крайних классах разница между рангами среднего дерева соседних классов значительно больше, чем в средних. Математически зависимость между номерами классов N и рангами их средних деревьев по диаметру R_d хорошо отражается уравнением параболы третьей степени

$$R_d = 42 + 6,1N - 1,24N^2 + 0,083N^3.$$

Коэффициент корреляции между опытными и выравненными данными составил 0,998.

Зависимость между рангами средних деревьев и возрастом древостоев характеризуется средними показателями, полученными на основе данных табл. 2: в I—III классах ранг среднего дерева в древостоях 61—80 лет составил 48%; 81—100 лет — 48%; 101—120 лет — 52%; 121—140 лет — 53%; 141—160 лет — 51%; в IV—VIII классах соответственно 52, 52, 51, 54 и 53%; в VIII—X классах — 58, 57, 56, 55 и 57%.

Следовательно, ранг дерева, среднего по диаметру, по частям древостоя элемента леса также варьирует: в пределах одного и того же древостоя элемента леса он изменяется, в первых семи классах закономерно увеличиваясь с возрастанием номера класса (разница между рангами крайних классов составляет 15%). Непостоянен он и в пределах одного класса, но различных древостоев, закономерно увеличиваясь с возрастом древостоев в I—III классах, оставаясь почти на одном уровне в IV—VII классах и уменьшаясь в VIII—X классах (разница достигает 10%).

Изменение ранга дерева, среднего по диаметру, для более мелких частей древостоя отмечали также А. С. Матвеев-Мотин [4], К. Е. Никитин [6] и др. По К. Е. Никитину, ранг среднего дерева по относительным ступеням толщины в древостое изменяется от 49% в ступени 0,8 до 56% в ступени 1,2. Встречаются и другие мнения. Так, К. К. Высоцкий [1] отмечает, что среднее дерево в любом классе имеет постоянный ранг 58%. Однако в природе этого не наблюдается.

В заключение отметим, что данные исследования, подтверждающие вывод о непостоянстве ранга среднего дерева по частям древостоя элемента леса и в целом по древостою, вскрывают некоторые особенности строения сосняков в местных условиях и дают ряд конкретных придержек для дальнейших научно-исследовательских и производственных таксационных и лесоустроительных работ.

ЛИТЕРАТУРА

- Ш. Высоцкий К. К. Закономерности строения смешанных древостоев. М., Гослесбумиздат, 1962. [2]. Дворецкий М. Л. Текущий прирост древесины ствола и

древостоя. «Лесная промышленность», 1964. [3]. Дворецкий М. Л. О степени устойчивости средних деревьев древостоя с возрастом. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1966, № 5. [4]. Матвеев-Мотин А. С. Влияние дробности измерения диаметров на точность определения объема. — Труды ЦНИИМЭ, т. IV, 1956. [5]. Неволлин О. А. Строение и рост сосново-березовых насаждений Архангельской области и организация лесного хозяйства в них. Минск, 1966. [6]. Никитин К. Е. Теоретические и экспериментальные исследования таксационного строения и роста лиственных насаждений УССР. Киев, 1963. [7]. Орлов М. М. Лесная таксация. Изд. 3. Л., Ленинградский лесной институт, 1929. [8]. Тюрин А. В. Нормальная производительность насаждений сосны, березы, осины и ели. Изд. 2. М.—Л., Сельхозгиз, 1931. [9]. Тюрин А. В. Таксация леса. М.—Л., ГЛТИ, 1945.

Поступила 17 июля 1975 г.

УДК 634.0.165

ВЛИЯНИЕ N-НИТРОЗОЭТИЛМОЧЕВИНЫ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ НА СОСНУ ОБЫКНОВЕННУЮ

Е. Н. САМОШКИН, В. П. ИВАНОВ

Брянский технологический институт

Показано, что при экспозициях 2, 4, 5 и 7 суток мутаген стимулировал рост семян; уменьшил количество анафаз с нарушениями при экспозициях 2, 3, 4 суток и увеличил — при экспозициях 5, 6, 7 суток.

Действие водных растворов химических мутагенов на сосну изучено ранее [1], [3], [5]. В данном сообщении приведены результаты опытов с N-нитрозоэтилмочевиной в газовой фазе.

Мутаген испытан при следующих экспозициях: первый эксперимент — 2, 3, 4 суток, контроль; второй эксперимент — 5, 6, 7 суток, контроль. Брли 0,3 г чистого вещества на 4,5-литровый эксикатор.

В стеклянной плошке на дне эксикатора находился мутаген, а выше на сетках рассыпью — семена (по 6 тыс. шт. в образце).

Обработка произведена весной 1974 г. Основную часть семян каждого образца высевали в питомнике в двукратной повторности. Почва на участке — среднеподзолистая песчаная на флювиогляциальных песках. В октябре был проведен учет семян. Оставшиеся семена закладывали в аппараты для проращивания. Когда длина корешков проростков достигла примерно 0,5 см, все образцы в одно время фотографировали и сразу помещали в фиксатор (1 часть ледяной уксусной кислоты и 3 части 96%-ного спирта). На фотоснимках измеряли длину корешков проростков.

Влияние мутагена в различных экспозициях на рост семян и корешков проростков оценено методом однофакторного дисперсионного анализа [2]. Сравнение $F_{\text{факт}}$ и $t_{\text{факт}}$ с табличным значением вели с учетом трех доверительных уровней — 95,0%, 99,0% и 99,9%. Во всех вариантах обоих экспериментов $t_{\text{м факт}}$ превышает $t_{\text{м табл}}$ (по Стьюденту) на третьем доверительном уровне, то есть средние величины достоверны при самой строгой оценке.

Для изучения влияния мутагена на митотическую активность клеток, количество анафаз и нарушения хромосом был проведен цитогенетический анализ в корешках проростков по методике Л. Ф. Правдина и др. [4]. Готовили временные препараты, просматривали под микроскопом МБИ-6, при этом учитывали анафазы с мостами, фрагментами, выходом и отставанием хромосом.

Из табл. 1 видно, что мутаген вызвал значительную изменчивость семян. В первом эксперименте $F_{\text{факт}}$ по высоте, диаметру у шейки корня, длине корня превышал $F_{\text{табл}}$ на первом доверительном уровне, то есть различие средних величин здесь вполне достоверно. Во втором эксперименте $F_{\text{факт}}$ по высоте и диаметру у шейки корня превышал $F_{\text{табл}}$ на втором доверительном уровне, по длине корня — на третьем.

Таблица 1

Изменчивость	Первый эксперимент			Второй эксперимент		
	Числа степеней свободы	F факт	Доля влияния на объект различной изменчивости, %	Числа степеней свободы	F факт	Доля влияния на объект различной изменчивости, %
Высота						
Общая	7		100,0	7		100,0
По градациям опыта	3	27,25	95,6	3	35,20	97,1
По повторностям	1	1,50	0,8	1	5,00	0,2
Остаточная	3		3,6	3		2,7
Диаметр						
Общая	7		100,0	7		100,0
По градациям опыта	3	10,57	90,7	3	40,59	97,2
По повторностям	1	7,00	0,4	1	1,83	0,4
Остаточная	3		8,9	3		2,4
Длина корня						
Общая	7		100,0	7		100,0
По градациям опыта	3	14,87	93,0	3	358,32	99,3
По повторностям	1	2,81	0,7	1	4,88	0,4
Остаточная	3		6,3	3		0,3
Длина корешков проростков						
Общая	7		100,0	7		100,0
По градациям опыта	3	5,03	10,0	3	4,33	80,0
По повторностям	1	2,41	40,0	1	0,00	0,0
Остаточная	3		50,0	3		20,0

Таблица 2

Эксперимент	Экспозиция, сутки	$M \pm m$	m_{δ}	$t_{\text{факт}}$ по Стьюденту через m_{δ}	p^* , %
Высота, см					
Первый	2	$5,12 \pm 0,0775$	0,1096	7,847	99,0
	3	$4,32 \pm 0,0775$	0,1096	0,547	—
	4	$4,79 \pm 0,0775$	0,1096	4,836	95,0
	Контроль	$4,26 \pm 0,0775$	0,1096	—	—
Второй	5	$4,58 \pm 0,0500$	0,0707	3,536	95,0
	6	$4,04 \pm 0,0500$	0,0707	4,102	95,0
	7	$4,72 \pm 0,0500$	0,0707	5,516	95,0
	Контроль	$4,33 \pm 0,0500$	0,0707	—	—
Диаметр, см					
Первый	2	$1,46 \pm 0,0592$	0,0837	5,496	95,0
	3	$1,26 \pm 0,0592$	0,0837	3,106	—
	4	$1,10 \pm 0,0592$	0,0837	1,195	—
	Контроль	$1,00 \pm 0,0592$	0,0837	—	—
Второй	5	$0,975 \pm 0,0135$	0,0191	4,440	95,0
	6	$1,150 \pm 0,0135$	0,0191	4,701	95,0
	7	$0,965 \pm 0,0135$	0,0191	4,962	95,0
	Контроль	$1,060 \pm 0,0135$	0,0191	—	—

Продолжение табл. 2

Эксперимент	Экспозиция, сутки	$M \pm m$	m_{δ}	$F_{\text{факт}}$ по Стьюденту через m_{δ}	P^* , %
Длина корня, см					
Первый	2	$23,48 \pm 0,2086$	0,2950	5,763	95,0
	3	$21,79 \pm 0,2086$	0,2950	0,034	—
	4	$22,59 \pm 0,2086$	0,2950	2,746	—
	Контроль	$21,78 \pm 0,2086$	0,2950	—	—
Второй	5	$22,25 \pm 0,1000$	0,1414	32,602	99,9
	6	$19,73 \pm 0,1000$	0,1414	14,781	99,9
	7	$20,46 \pm 0,1000$	0,1414	19,943	99,9
	Контроль	$17,64 \pm 0,1000$	0,1414	—	—
Длина корешков проростков, см					
Первый	2	$0,52 \pm 0,0204$	0,0289	0,346	—
	3	$0,52 \pm 0,0204$	0,0289	0,346	—
	4	$0,54 \pm 0,0204$	0,0289	1,036	—
	Контроль	$0,51 \pm 0,0204$	0,0289	—	—
Второй	5	$0,44 \pm 0,0123$	0,0174	—	—
	6	$0,48 \pm 0,0123$	0,0174	2,299	—
	7	$0,43 \pm 0,0123$	0,0174	0,575	—
	Контроль	$0,44 \pm 0,0123$	0,0174	—	—

* P — предельный доверительный уровень, при котором достоверно различие средних величин с контролем.

В обоих экспериментах $F_{\text{факт}}$ по длине корешков проростков был меньше $F_{\text{табл}}$, то есть в лабораторных условиях влияние мутагена на рост недостоверно. По повторностям $F_{\text{факт}}$ был также меньше $F_{\text{табл}}$, значит средние величины всех признаков различаются несущественно.

Как видно из табл. 2, мутаген благоприятно повлиял на рост семян в высоту при экспозициях 2, 4, 5 и 7 суток, по диаметру — при экспозициях 2 и 6 суток, по длине корня — при экспозициях 2, 5, 6 и 7 суток. При экспозиции 6 суток он замедлил рост семян в высоту, при экспозициях 5 и 7 суток вызвал уменьшение диаметра. Как и следовало ожидать, мутаген не оказал существенного действия на рост корешков проростков.

Из табл. 3 и 4 видно, что средние величины митотического (количество делящихся клеток в процентах) и анафазного (количество анафаз в процентах от общего количества делящихся клеток) индексов существенно не отличаются от контроля, то есть достоверность влияния мутагена не доказана.

Типы и количество нарушений анафаз в проростках сосны под влиянием N -нитрозоэтилмочевины в газовой фазе представлены в табл. 5.

В первом эксперименте N -нитрозоэтилмочевина вызвала закономерное увеличение, а во втором — уменьшение количества анафаз с нарушениями, хотя при экспозициях 2 и 3 суток их меньше, а во втором эксперименте — больше, чем в контроле. Максимальное количество анафаз с нарушениями отмечено при экспозициях 4 и 5 суток. Такая же закономерность отмечена и по фрагментам. В обоих экспериментах мутаген способствовал появлению мостов (в контроле их нет).

Таблица 3

Эксперимент	Экспозиция, сутки	Количество излученных препаратов	Количество прогнивших клеток	Количество делящихся клеток	Митотический индекс $M \pm m, \%$	t_m факт	$m\%$	$t_{\text{факт}}$ по критерию Стьюдента через $m\%$
Первый	2	17	59800	3031	$5,07 \pm 0,49$	10,347	0,69	0,014
	3	16	62000	2904	$4,68 \pm 0,30$	15,600	0,42	0,673
	4	18	77400	4428	$5,72 \pm 0,41$	13,951	0,58	1,023
	Контроль	16	75100	3717	$5,06 \pm 0,50$	10,120	0,71	
Второй	5	17	49600	2938	$5,92 \pm 0,39$	15,179	0,55	0,157
	6	14	45000	2297	$5,10 \pm 0,47$	10,851	0,66	1,310
	7	18	67700	3730	$5,53 \pm 0,34$	16,265	0,48	0,653
	Контроль	18	64600	3773	$5,84 \pm 0,33$	17,697	0,47	

Таблица 4

Эксперимент	Экспозиция, сутки	Количество прогнивших клеток	Количество делящихся клеток	Анафазный индекс $M \pm m, \%$	$t_{\text{факт}}$	$m\%$	$t_{\text{факт}}$ по критерию Стьюдента через $m\%$
Первый	2	1076	35,50 ± 2,79	12,724	3,94	1,070	
	3	1120	38,57 ± 2,79	16,843	3,24	0,074	
	4	1589	35,88 ± 1,74	20,621	2,46	1,248	
	Контроль	1656	38,77 ± 1,55	25,010	2,17		
Второй	5	1119	38,09 ± 2,24	17,004	3,17	0,342	
	6	825	35,92 ± 2,61	13,762	3,69	0,282	
	7	1394	37,37 ± 1,74	21,477	2,46	0,143	
	Контроль	1432	36,94 ± 2,51	14,717	3,55		

Таблица 5

Эксперимент	Экспозиция, сутки	Типы нарушений анафаз									
		Количество анафаз с нарушениями		Мосты		Фрагменты		Выход хромосом вперед		Отставание хромосом	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Первый	2	43	3,99	1	0,09	6	0,56	10	0,93	26	2,41
	3	45	4,02	5	0,45	7	0,62	18	1,61	15	1,34
	4	144	9,06	5	0,31	45	2,83	34	2,14	60	3,78
	Контроль	110	7,68	—	—	17	1,19	27	1,88	66	4,61
Второй	5	105	9,38	2	0,18	25	2,23	22	1,97	56	5,00
	6	72	8,72	1	0,12	8	0,97	21	2,54	42	5,09
	7	111	8,00	2	0,18	16	1,15	40	2,87	53	3,80
	Контроль	54	4,77	—	—	5	0,44	23	2,03	26	2,30

Количество анафаз с выходом хромосом вперед в обоих экспериментах растет по мере увеличения экспозиции, хотя при экспозициях 2, 3 и 5 суток этот показатель значительно ниже, чем в контроле. Количество анафаз с отставанием хромосом в первом эксперименте ниже контроля, а во втором — значительно выше.

Таким образом, результаты исследования показывают, что в большинстве экспозиций (2, 4, 5 и 7 суток) мутаген стимулировал рост семян, уменьшил количество анафаз с нарушениями в первом эксперименте и увеличил — во втором. Для дальнейшей селекционной работы целесообразно применять малые экспозиции, так как они способствуют усилению роста и не вызывают большого количества структурных нарушений хромосом.

ЛИТЕРАТУРА

11. Андриюшкявичене И. Чувствительность сосны обыкновенной к некоторым химическим мутагенам. — Труды Литовского НИИ лесного хозяйства, т. XIV. Вильнюс, «Минтис», 1973. [2]. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. М., «Наука», 1973. [3] Машкин С. И., Гуляева Е. М., Грабор Г. А. Экспериментальный мутагенез у хвойных. В сб.: Успехи химического мутагенеза в селекции. М., «Наука», 1974. [4] Правдин Л. Ф., Будорагин В. А., Круклис М. В., Шершукова О. П. Методика кариологического изучения хвойных пород. — «Лесоведение», 1972, № 2. [5] Самошкин Е. Н. Изменчивость количественных признаков семян сосны обыкновенной под влиянием химических мутагенов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1969, № 6.

Поступила 29 апреля 1975 г.

УДК 634.0.161.4

О СЕЗОННОЙ И ГОДИЧНОЙ ДИНАМИКЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ СТЕПНОГО ПРИДНЕПРОВЬЯ

Н. М. МАТВЕЕВ

Куйбышевский государственный университет

Изложены результаты исследований напряженности аллелопатического режима в краткопосевных и пристенных лесонасаждениях в долине р. Самары Днепропетровской на Днепропетровщине. Использован метод биологических проб на семенах редиса с последующим пересчетом в условные кумариновые единицы, разработанный А. М. Гродзинским. Установлено, что накопление аллелопатически активных веществ в лесном биоценозе зависит от типа леса, погодных условий вегетационного периода и сезона.

В соответствии с современными представлениями физиолого-биохимическое (аллелопатическое) взаимодействие растений в сообществах осуществляется посредством растительных выделений различных типов. В экологическом и синэкологическом аспектах первоочередное значение при этом имеет оценка общей, суммарной реакционной способности накапливающихся в среде растительных выделений, которые по химическому составу представляют собой сложную смесь взаимодействующих органических и неорганических соединений [2], [3].

Определенные сведения об общей реакционной способности растительных выделений в экологической среде, то есть о «напряженности аллелопатического режима» [2], дает изучение их свободно-радикальной активности [10]. Весьма перспективен для этих целей также раз-

работанный А. М. Гродзинским метод биопроб на семенах редиса с последующим пересчетом в условные кумариновые единицы — УКЕ [2]. Как свидетельствуют многочисленные исследования, указанный метод вполне пригоден для сравнительной оценки аллелопатического режима в различных типах естественных и искусственных биогеоценозов, в том числе и лесных [2—4], [9]. Наши исследования, проводимые с 1962 г., показали, что этот метод применим для сравнительной характеристики аллелопатического режима в лесных биогеоценозах степной зоны [6], [7].

Использование в качестве биопробы, наряду с семенами редиса, семян многих видов трав, свойственных травостой степных лесов, показало, что для определения общей реакционной способности выделений древостоя в биотопе леса самым подходящим биотестом являются именно семена редиса, которые обладают наиболее широкой экологической амплитудой по отношению к выделениям древесных и кустарниковых растений [8].

Используя указанный метод, в 1968—1970 гг. мы исследовали аллелопатический режим в лесных биогеоценозах Присамарского лесного массива на Днепропетровщине в зоне обыкновенного чернозема. Учитывая, что основным аккумулятором аллелопатически активных веществ является почва, а важнейшим источником их — лесная подстилка [7], мы определяли на протяжении вегетационного периода содержание аллелопатически активных веществ в подстилке и верхнем 10-сантиметровом слое почвы семи типов лесонасаждений, два из которых были расположены на пристене, а остальные — в долине р. Самары (Днепропетровской).

Пробная площадь № 1 — ясеневая дубрава полутеневой структуры в стадии изреживания на суховатом суглинке в верхней части склона пристена (правого крутого берега р. Самары). Пробная площадь № 2 — идентичное лесонасаждение на свежем суглинке в нижней части склона пристена. Пробная площадь № 3 — короткопоясная липовая дубрава теневой структуры в стадии изреживания на свежевойтой супеси в прирусловой части поймы. Пробная площадь № 4 — короткопоясная ясеневая дубрава полутеневой структуры в стадии изреживания на свежем суглинке в центральной части поймы. Пробная площадь № 5 — короткопоясный ольшатник полутеневой структуры в стадии изреживания на мокроватой супеси в притеррасной части поймы. Пробная площадь № 6 — суборь полусветленной структуры в стадии изреживания на влажноватом песке на арене реки. Пробная площадь № 7 — бор полусветленной структуры в стадии изреживания на суховатом песке на арене р. Самары.

Нами использована типология естественных лесов степной зоны, разработанная А. Л. Бельгардом [1].

Исследования показали, что аллелопатический режим в естественных лесных биогеоценозах обнаруживает динамический характер и подвержен изменениям как внутрисезонным, так и годичным.

Установлено, что на протяжении вегетационного периода аллелопатический режим во всех исследованных типах леса заметно меняется. Эти изменения отмечаются даже через каждые 10 дней. В характере изменений напряженности аллелопатического режима в различных типах леса много общего. Это связано с изменением погодных условий и зависящего от них уровня микробиологических процессов в почве и лесной подстилке.

В короткопоясной ясеневой дубраве на свежем суглинке (пробная площадь № 4) изменения аллелопатического режима более контрастны, чем в идентичном типе леса на пристене во внепоясных условиях (пробная площадь № 2). В пристенных ясеневых дубравах с усилением почвенного увлажнения скорость разложения подстилки увеличивается, а уровень накопления аллелопатически активных веществ,

Таблица 1

№ пробной площади	Типологический шифр леса по А. Л. Бельгарду [1]	Среднесезонная напряженность аллелопатического режима, млн. УКЕ на 1 га								
		1968 г.			1969 г.			1970 г.		
		Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	
1	Дас ₁ $\frac{СГ_1}{\text{п/тен-III}}$ 5Д.ч5Я.об	—	—	1417,1	573,2	726,7	1608,0	1518,2	1618,5	
2	Дас ₂ $\frac{СГ_2}{\text{п/тен-III}}$ 5Д.ч5Я.об	—	—	705,7	707,9	701,7	898,0	638,0	762,1	
3	ДС ₁₋₂ $\frac{СП_{1-2}}{\text{тен-III}}$ 10Д.ч 10Лп, ед. К.О	509,0	9010,1	607,5	600,7	1458,5	1073,6	1298,8	1414,2	
4	Дас ₂ $\frac{СГ_2}{\text{п/тен-III}}$ 5Д.ч5Я.об	1036,1	10378,9	1679,6	809,1	1701,8	1422,4	1826,0	2065,1	
5	Дп ₄₋₅ $\frac{СП_{4-5}}{\text{п/тен-III}}$ 10О.кл	924,4	8913,6	422,0	727,0	—	—	—	—	
6	В ₂₋₃ $\frac{П_{2-3}}{\text{п/осв-III}}$ 10С.об 5Д.ч5Б	886,9	10783,7	1063,8	1007,1	1958,5	1239,5	1312,1	1911,2	
7	АВ ₁ $\frac{П_1}{\text{п/осв-III}}$ 10С.об	643,0	12000,0	633,4	736,4	873,8	1031,3	894,0	1222,7	

Примечание. Типологические шифры лесонасаждений соответствуют описаниям в тексте статьи.

наоборот, в течение вегетационного периода снижается. При сравнении аренных лесов можно отметить, что в субори (пробная площадь № 6) изменение аллелопатического режима носит более контрастный характер, но уровень накопления аллелопатически активных веществ в среде здесь более высок, чем в бору (пробная площадь № 7), который характеризуется и большей сухостью почвы.

В целом в исследованных типах леса напряженность аллелопатического режима возрастает от весны к осени, а летом в большинстве случаев несколько снижается (табл. 1). Однако характер сезонных изменений различен в разные годы.

Так, в 1968 г. при незначительном количестве осадков в течение вегетационного периода наблюдалось очень резкое возрастание напряженности аллелопатического режима от лета к осени. В годы с большим количеством осадков (1969—1970 гг.) изменения среднесезонных показателей аллелопатического режима значительно меньше (табл. 1). Самая низкая напряженность аллелопатического режима отмечена в 1969 г. (табл. 3), когда количество осадков было наибольшим, в особенности в летний период (табл. 2).

Таблица 2

Сезон	Средняя температура воздуха, °С			Количество осадков, мм		
	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.
Весна	14,4	11,3	13,7	19,6	71,6	139,9
Лето	20,5	19,9	19,8	75,0	230,4	132,5
Осень	8,4	8,4	10,9	58,7	131,8	155,5
В целом за вегетационный период	13,6	13,2	14,8	153,3	433,8	427,9

Примечание. Погодные условия приведены по данным Днепропетровского гидрометбюро.

Во всех типах леса в 1969 г. зарегистрирована наибольшая видовая насыщенность травостоя и его максимальное развитие. На наш взгляд, это связано не только с благоприятными условиями увлажнения, но и с низкой напряженностью аллелопатического фактора, препятствующего развитию трав под пологом леса. Установлено, что величина напряженности аллелопатического режима находится в прямой связи с устойчивостью лесных насаждений в борьбе с сорными и степными травами [5], [7], [8].

В 1968 г., наоборот, отмечена наибольшая напряженность аллелопатического режима в исследуемых типах леса (табл. 3) и, соответственно, наименьшая видовая насыщенность травостоя и степень покрытия.

Таблица 3

№ пробной площади	Средневегетационная напряженность аллелопатического режима, млн. УКЕ на 1 га			
	1968	1969 г.	1970 г.	среднее за 3 года
1	—	717,0	1574,2	1145,6
2	—	706,1	764,8	735,4
3	3636,7	774,3	1231,8	1880,9
4	5039,5	1278,8	1712,4	2676,9
5	4348,3	612,7	—	2480,5
6	5129,8	1204,4	1402,9	2579,0
7	5511,6	760,2	1014,6	2428,8

В среднем за 3-летний период наблюдений максимальная напряженность аллелопатического режима зарегистрирована в краткопоямной ясеновой дубраве на свежем суглинке. В порядке уменьшения этой величины следуют: суборь на влажноватом песке, бор на суховатом песке, краткопоямная липовая дубрава на свежаватой супеси. Напряженность аллелопатического режима минимальна во внепоямных ясеновых дубравах на пристене в условиях свежего и в особен-

ности суховатого суглинков. Довольно высока напряженность аллелопатического режима в краткопоемном ольшатнике на мокроватой супеси. В целом на протяжении вегетационного периода напряженность аллелопатического режима здесь постоянно возрастает к осени, что совпадает с подсыханием почвы и уменьшением переувлажнения.

Более резкие изменения напряженности аллелопатического режима по годам отмечаются в лесонасаждениях, формирующихся в суховатых и свежеватых условиях (пробные площади № 1, 3, 7); в более влажных позициях эти изменения значительно менее контрастны (табл. 3).

Таким образом, во всех исследованных типах лесонасаждений отмечена высокая напряженность аллелопатического режима, которая соответствует значительной степени их силъватизации [1] и служит показателем достаточной устойчивости в борьбе с зональной степной и сорной растительностью.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бельгард А. Л. Степное лесоведение. М., «Лесная промышленность», 1971. [2]. Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, «Наукова думка», 1965. [3]. Гродзинський А. М. Основи хімічної взаємодії рослин. Київ, «Наукова думка», 1973. [4]. Гродзинский А. М., Гайдамак В. М. Аллелопатическое влияние древесных растений на травянистые в условиях лесостепи Украины.— В сб.: Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах, вып. 2. Киев, «Наукова думка», 1971. [5]. Матвеев Н. М. Аллелопатический фактор во взаимоотношениях древесных и травянистых растений в искусственных лесах степной зоны Украины. Автореферат канд. диссертации. Днепропетровск, 1967. [6]. Матвеев Н. М. Сезонные изменения напряженности аллелопатического режима в искусственных лесонасаждениях степной зоны.— «Биологические науки», 1969, № 8. [7]. Матвеев М. М. Напруженість алелопатичного режиму в штучних лісонасадженнях степової зони залежно від їх типологічних особливостей.— «Український ботанічний журнал», 1970, т. 27, № 1. [8]. Матвеев Н. М. Об аллелопатическом пороге чувствительности у растений.— В сб.: Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах, вып. 3. Киев, «Наукова думка», 1972. [9]. Макушко В. К., Ванжа Е. В. Состав и аллелопатические свойства лесных подстилок в основных типах сосновых лесов Правобережного Полесья Украины.— В сб.: Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах, вып. 2. Киев, «Наукова думка», 1971. [10]. Юрин П. В. Физиологическое обоснование совершенствования структуры агрофитоценозов. Автореферат докторской диссертации. М., 1975.

Поступила 24 октября 1975 г.

УДК 634.0.161.4

О СОДЕРЖАНИИ КАРОТИНА В ХВОЕ РАЗНЫХ ЧАСТЕЙ КРОНЫ СОСНЫ

В. Н. МАЛЬКОВСКИЙ

Московский лесотехнический институт

Показано, что содержание каротина в сосновой хвое в значительной степени меняется по разным сторонам и ярусам кроны и находится в определенной связи с освещенностью.

Изучение особенностей накопления каротина в хвое, расположенной в разных частях кроны древостоя, представляет интерес не только для выяснения некоторых физиологических процессов в растении, но и в практическом использовании древесной зелени в качестве веточного корма, при рубках ухода за лесом, а также при решении вопроса о методике отбора проб. Вопрос о правильном отборе образцов листьев

деревьев до сих пор еще не решен ([14] и др.). Встречающиеся программы содержат лишь ссылки на общепринятые методики, рекомендованные для сельскохозяйственных культур ([10] и др.).

Наши опыты были проведены на территории Шелковского учебно-опытного лесхоза МЛТИ под руководством акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехова и доц. П. И. Брынцева в июне 1972 г. подекадно. Они направлены на уточнение методики отбора проб, а также возможности использования древесной зелени при некоторых видах рубок ухода с очисткой нижних сучьев. Наблюдения повторяли трехкратно по единой методике. Июнь 1972 г. отличался жаркой и засушливой погодой. По данным Гидрометцентра СССР, температура воздуха была на 3—5° выше средней многолетней, количество осадков на 30—45% ниже нормы (в северо-восточных районах области всего 20—30 мм). Объекты исследования — чистые по составу, простые по форме 34-летние сосновые насаждения естественного происхождения, II класса бонитета, полнотой 0,7, на среднеподзолистых супесчаных почвах; тип леса сосняк-черничник. Пробы хвои отбирали у 6 опытных деревьев в средней части 2-летних побегов, с четырех сторон кроны, в трех зонах освещенности (верхней, средней и нижней). Лабораторное определение каротина делали по методу Мурри [8] в пересчете на сухой вес. Одновременно с отбором проб измеряли интенсивность света, одного из важнейших экологических факторов ([3], [7] и др.), в местах отбора проб и на открытом месте. Измерения выполняли люксметрами Ю-16, с 12 до 14ч., в солнечные дни при типе погоды S_4B_{0-2} , по методике, разработанной лабораторией лесоведения АН СССР ([13] и др.). Кроме того, весовым методом определяли общую влажность хвои. Данные обработаны математически по Г. Ф. Лакину [6].

Содержание каротина в хвое разных сторон кроны изучали не случайно. Работами Р. И. Томчука ([11] и др.) показано, что свет оказывает большое влияние на содержание каротина. Его максимум приходится на хорошо освещенную южную сторону, а минимум — на северную, менее освещенную.

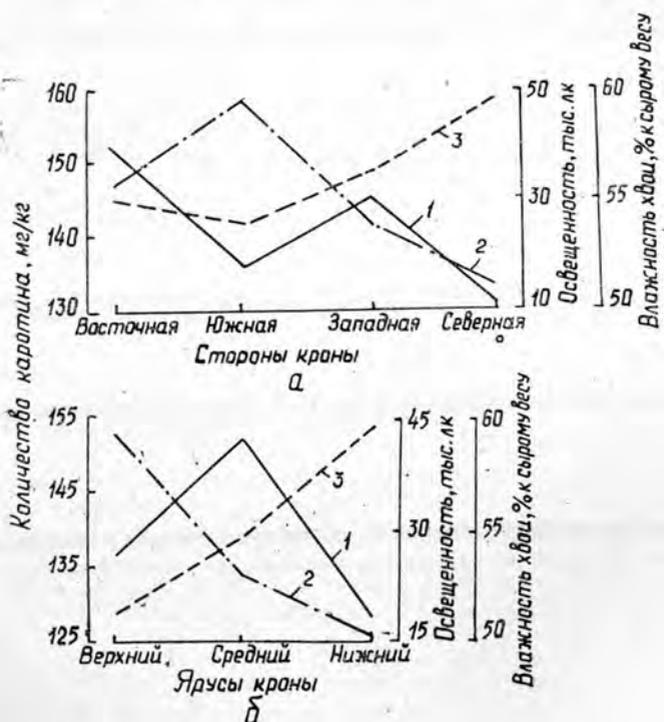


Рис. 1. Содержание каротина (1) и общей воды (3) в хвое, расположенной в разных частях кроны, в связи с освещенностью (2).

Результаты наших исследований (рис. 1, а) свидетельствуют о наличии криволинейной связи между количеством каротина и интенсивностью света на разных сторонах кроны деревьев ($r_{\eta} = 0,812 \pm 0,184$; $t = 4,4$).

Содержание каротина представлено ломаной кривой; прогиб ее соответствует южной части кроны, причем подъем кривой более выражен для восточной стороны, чем для западной. Интересно отметить, что данные по освещенности и наличию каротина близки между собой в трех точках измерения, а на южной стороне имеют противоположную направленность. Эту кривую можно в некотором отношении сравнить с кривой дневных изменений освещенности и накопления каротина, если учесть, что в утренние часы с восходом солнца освещенность приходится на восточную сторону, в полуденные — на южную и в вечерние, на закате солнца, — на западную. Снижение количества каротина на южной стороне, вероятно, вызвано высокой напряженностью ряда экологических факторов, прежде всего, света. На южной стороне зафиксирована самая высокая освещенность. Влажность хвои находится в обратной связи с освещенностью.

Следующий этап наших исследований был выполнен с хвоей из разных ярусов кроны. По закону В. Р. Заленского [4], [5], анатомо-морфологические признаки и физиологические особенности листьев с их расположением по высоте растения сильно различаются. По данным ряда исследователей [1], [11], содержание каротина по высоте и сторонам кроны находится в прямой положительной связи с освещенностью. По их данным, наибольшее количество каротина образуется в верхней, хорошо освещенной части, а наименьшее — в нижней, менее освещенной.

Полученные результаты наблюдений (рис. 1, б) показывают, что в условиях Подмосквы самое высокое содержание каротина приходится на среднюю, умеренно освещенную часть кроны, несколько ниже — на верхнюю, самое низкое — на нижнюю, слабо освещенную. Статистическая обработка материала дает представление о взаимосвязи между наличием каротина в хвое из разных ярусов кроны и освещенностью ($r_{\eta} = 0,832 \pm 0,208$; $t = 4,0$).

Данные о содержании каротина в хвое из разных частей кроны согласуются с выводами Т. Гудвина [2], а также Ю. Е. Новицкой [9] и С. О. Царегородцевой [12]. Кроме того, повышенный свет уменьшает влажность хвои.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Берзена Р. М. Содержание витаминов в листьях березы в условиях Латвийской ССР. Автореф. дис. Елгава, 1969.
- [2]. Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов. ИЛ, 1954.
- [3]. Дадыкин В. П. Физиология растений. М., МЛТИ, 1972.
- [4]. Заленский В. Р. Материалы количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений. — Изв. Киевского политехнического института, IV, 1904.
- [5]. Заленский В. Р. О величине транспирации верхних и нижних листьев. — Изв. Саратовского сельскохозяйственного института, вып. 1, 1923.
- [6]. Лакин Г. Ф. Биометрия. М., «Высшая школа», 1968.
- [7]. Мелехов И. С. Лес (основные понятия). Архангельск, Сев. изд. ОГИЗ РСФСР, 1933.
- [8]. Методы биохимического исследования растений. Изд. 2-е под ред. докт. биол. наук А. И. Ермакова. Л., «Колос», 1972.
- [9]. Новицкая Ю. Е. Особенности физиолого-биохимических процессов в хвое и побегах ели в условиях Севера. Л., «Наука», 1971.
- [10]. Судачкова Н. Е., Осетрова В. Г., Варакина Т. Н. К методике биохимических исследований вегетативных органов хвойных. — В сб.: Физиолого-биохимические особенности древесных растений Сибири. М., «Наука», 1971.
- [11]. Томчук Р. И., Томчук Г. Н. Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве. М., «Лесная промышленность», 1972.
- [12]. Царегородцева С. О. Сезонные изменения состояния пигментной системы хвойных растений в условиях Карелии и их зависимость от

некоторых внутренних и внешних факторов среды. Автореф. дис. Петрозаводск, 1970. [13]. Целъникер Ю. Л. Радиационный режим под пологом леса. М., «Наука», 1969. [14]. Якшина А. М. К методике определения средней пробы у деревьев. — Тезисы докладов совещания «Итоги научных исследований по лесоведению и лесной биогеоценологии», вып. III. М., 1973.

Поступила 17 ноября 1975 г.

УДК 634.0.232

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ЛЕСОТИПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ СЕМЯН СОСНЫ НА РОСТ МОЛОДНЯКОВ

В. И. РУБЦОВ, М. Ю. СМЕРНОВА

Брянский технологический институт

Приводятся показатели роста культур из семян разных типов леса. Отмечается, что рост сосны не зависит от типологического происхождения семян.

Имеющиеся в литературе сведения [1—11] о влиянии лесотипологического происхождения семян на рост молодняков сосны противоречивы. В Брянском лесном массиве опытные культуры из семян, собранных в насаждениях различной продуктивности, были созданы А. В. Тюриным в 1912 г. Изучая эти культуры, С. Н. Кулагин [7] установил, что 15-летние деревья из семян сосны болотной растут медленнее суходольных. В. М. Обновленский [10] на основании более детального обследования этих культур уже 28-летнего возраста не обнаружил существенных различий в показателях роста и других признаках.

В 1949 г. под руководством В. М. Обновленского в Брянском опытном лесничестве были созданы опытные культуры сосны из семян, собранных в различных типах леса. Культивируемый участок площадью 1,5 га (200×75 м) представлял невозобновившуюся вырубку военного времени, в типе леса — сосняк брусничниковый. Почва дерново-слабоподзолистая песчаная на флювиогляциальных и глауконитовых песках. Однолетние сеянцы были высажены весной по 50 экземпляров в площадки 2×1 м. Площадки располагались рядами вдоль длинной стороны участка (размещение площадок 5×4 м). На потомство каждого типа леса в ряду приходилось по 6—7 площадок, которые чередовались в определенном порядке. Такая схема позволила разместить сеянцы разных типов леса равномерно по всей территории и сгладить влияние условий произрастания.

В первые годы проводили уход (рыхление почвы и прополку сорняков), наблюдали за приживаемостью и ростом. Оказалось, что лесотипологическое происхождение семян не повлияло на приживаемость сеянцев. В 9-летних культурах высота была наибольшей у растений из семян, собранных в лучших условиях местопроизрастания. Более подробная характеристика этих культур до 9 лет приведена в [11].

В течение последних 15 лет наблюдений за ростом этих культур не проводили. В 1974 г. на опытном участке нами обследовано 160 площадок (по 20 площадок каждого типа леса). У 400 деревьев (по 50 шт. каждого типа) измерены диаметр на 1,3 м, высота, протяженность живой кроны и бессучковой зоны, поперечник кроны. В середине октября у потомства разных типов леса собрано по 25 шишек. Выполнены измерения шишек и семян.

Анализируя показатели роста у потомства разных типов леса (табл. 1), видим, что различия в их величине несущественны. Из первоначально высаженных на каждую площадку 50 растений к 26 годам осталось 1—12. Остальные были удалены отбором. На площадках остались лучшие особи, которые, независимо от лесотипологического происхождения семян, характеризуются примерно одинаковым ростом в высоту и по диаметру. Бессучковая зона и поперечник

Таблица 1

Типы сосняков, в которых собраны семена	Диаметр, см	Высота, м	Длина кроны, м	Бессучковая зона, м	Поперечник кроны, м
Брусничниковый (контроль)	9,2±0,60	10,2±0,26	5,0±0,24	2,0±0,03	2,0±0,08
Черничниковый	9,5±0,60	9,7±0,28	4,2±0,21	2,1±0,08	1,9±0,07
Молиновый	8,8±0,41	11,1±0,36	6,1±0,29	2,0±0,06	2,1±0,08
Зеленомошниковый	8,8±0,44	10,3±0,22	4,6±0,26	1,9±0,03	1,9±0,08
Липняковый	9,1±0,89	9,5±0,24	4,4±0,32	1,9±0,04	1,9±0,09
Лещиновый	9,8±0,51	11,0±0,29	5,5±0,31	2,3±0,09	1,9±0,09
Сфагновый	9,0±0,61	9,6±0,49	4,6±0,26	2,0±0,05	1,8±0,09
На мелу	9,7±0,64	10,8±0,34	5,4±0,26	1,9±0,06	2,0±0,11

Таблица 2

Типы сосняков, в которых собраны семена	Длина шишек, мм	Толщина шишек, мм	Длина семян, мм	Толщина семян, мм	Вес 1000 семян, г
Брусничниковый (контроль)	35,6±1,20	17,8±0,50	4,5±0,05	2,6±0,03	6,3
Черничниковый	33,4±1,40	18,2±0,20	4,4±0,03	2,4±0,02	6,7
Зеленомошниковый	38,3±1,80	16,9±0,50	4,6±0,05	2,4±0,03	6,4
Липняковый	39,1±1,50	17,8±0,70	4,5±0,06	2,6±0,06	6,3
Сфагновый	41,2±0,90	21,1±0,70	4,5±0,04	2,8±0,03	6,6
На мелу	39,5±0,80	18,7±0,90	4,2±0,06	2,5±0,04	6,3

кроны у деревьев разных типов леса близки. Не наблюдается существенных различий и в протяженности живой кроны.

Сопоставляя размеры шишек и семян (табл. 2), отмечаем, что у потомства сосняка сфагнового они больше, чем в контроле. Длина семян сосняка на мелу и толщина семян сосняка зеленомошникового и черничникового, наоборот, меньше контрольных. В остальных случаях различия незначительны. Вес 1000 семян оказался наибольшим у потомства сосняка черничникового и сфагнового. Показатели табл. 2, а также литературные данные [12] свидетельствуют, что качество семян сосны во всех типах леса почти одинаково.

На основании изложенного можно заключить, что лесотипологическое происхождение семян оказывает влияние на рост сосны лишь в первые годы; с возрастом показатели роста потомства разных типов леса выравниваются.

ЛИТЕРАТУРА

11. Вересин М. М. Селекционный отбор быстрорастущих форм древесных пород при лесоразведении. — Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. IX, 1946. 12]. Вересин М. М. Значение и использование лесотипологических форм древесных пород в лесной селекции. — Научные записки Воронежского лесотехнического института. Воронеж, 1960. 13]. Вересин М. М. Влияние происхождения семян сосны обыкновенной на рост культур. — Доклады ученых — участников Международного симпозиума по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972. 14]. Ильин А. И. Влияние условий местопроизрастания на качество семян и сеянцев. — Научные записки Воронежского лесохозяйственного института. Воронеж, 1953. 15]. Каппер О. Г. Сбор семян и типы леса. — Труды научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации ЦЧО. Воронеж, 1932. 16]. Картель Н. А., Манцевич Е. Д. Генетика в лесоводстве. Минск, «Наука и техника», 1970. 17]. Кулагин С. Н. Влияние семян сосны различных условий местопроизрастания на рост насаждений. — «Лесное хозяйство», 1939, № 3. 18]. Лубяко М. Н. Методы отбора местных быстрорастущих форм сосны обыкновенной. Рукопись БелНИИЛХ, 1940. 19]. Носков В. И. Значение сбора семян сосны по типам леса. — «Лесное хозяйство», 1952, № 8. 10]. Обновлен-

ский В. М. Об эдафических изменениях сосны обыкновенной. — Труды БЛХИ, т. 6, 1953. П1]. Орлова В. М. Состояние и рост сосны обыкновенной в культурах в зависимости от условий местопроизрастания материнских деревьев. — Труды БТИ, т. IX. Брянск, 1960. П12]. Юркевич И. Д., Лубяко М. Н., Кругликов Г. Г. Плодоношение сосны и ели в лесах БССР. — В сб. работ по лесному хозяйству, вып. 1. Минск, 1940.

Поступила 20 ноября 1975 г.

УДК 631.548.82

РЕГУЛИРОВАНИЕ СНЕГОДИНАМИКИ В БИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ЛЕСНАЯ ПОЛОСА — ЗАЩИЩЕННОЕ ПОЛЕ

М. Е. ВАСИЛЬЕВ

Целиноградский сельскохозяйственный институт

Предложены уравнения для расчета оптимальной ажурности насаждений, показателей их снегодинамики и снегобаланса; установлены оптимальные значения ажурности лесонасаждений для различных фонов обработки полей.

Вопрос о снегорегулировании на различных элементах ландшафтов занимает центральное место в проблеме снегомелиорации Северного Казахстана. Снежный покров, составляющий здесь 25—30% годового баланса осадков, — важнейший резерв природно-климатических ресурсов. Рациональное использование этого резерва в сухой степи имеет большое народнохозяйственное значение, особенно для стабилизации высоких урожаев полевых культур.

Северный Казахстан — самый метелистый регион страны (от 25 до 46 дней в году, в среднем — 40). Преобладают метели юго-западного и южного направлений (47—68%, в среднем 60%). Большинство метелей (64—68%) возникает при скорости ветра 10—17 м/с. С учетом этого следует подбирать оптимальную ажурность подкрановой части насаждений, которая обеспечит нужное (оптимальное) снижение скорости метели на выходе из лесополос и наиболее равномерное отложение снега на межполосных полях.

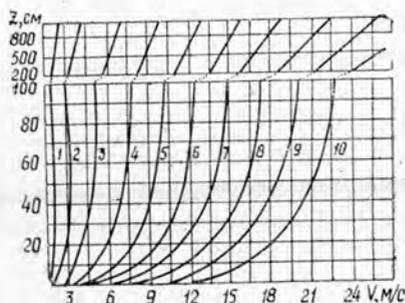


Рис. 1. Возрастание скорости ветра V с высотой над поверхностью снега. График построен по $U_z = U_5 (0,239 \lg z + 0,35)$ м/с, где U_5 — скорость ветра на высоте 5 м; z — расчетная высота над снегом, м.

1 — скорость ветра 1 м/с; 2 — 3 м/с;
3 — 6 м/с; 4 — 9 м/с; 5 — 12 м/с;
6 — 15 м/с; 7 — 18 м/с; 8 — 21 м/с;
9 — 24 м/с; 10 — 27 м/с.

С высотой над поверхностью снега скорость ветра увеличивается по логарифмическому закону (рис. 1), а твердый расход метели (ТРМ), согласно ее механике, наоборот, уменьшается (табл. 1). Это происходит потому, что на твердую фазу метели (снежинки) действует не

Таблица 1

Высота дна метелемера над снегом, см	Количество снега, кг, отложившегося за 20 мин в метелемерах на различном расстоянии от лесополос, H								Среднее
	Полоса	2	5	10	20	30	40	50	

Трехрядная ажурно-продуваемая с 72% просветов под кронами

1	9,4	9,4	8,9	12,0	13,6	14,3	12,7	17,1	12,6
10	8,6	5,6	7,9	6,3	6,7	5,7	5,1	6,6	6,4
20	4,0	2,9	4,4	6,1	6,6	6,8	5,3	4,7	5,3
30	2,1	0,5	1,5	2,0	1,6	2,1	2,0	2,2	1,7

Шестирядная ажурная с 26% просветов под кронами

1	8,2	5,7	9,6	13,3	16,6	17,4	17,7	17,3	13,9
10	9,2	3,2	5,3	6,2	7,6	5,4	5,3	6,0	5,6
20	5,9	1,3	1,8	2,1	2,7	3,6	2,7	3,4	2,5
30	5,5	1,0	2,2	2,4	1,2	3,2	1,0	3,2	2,0

Примечание. При удалении на $5H$ (H — высота насаждения) в наветренную сторону от 3-рядной полосы при высоте дна метелемера 1 см в нем отложилось 15,2 кг снега; при 10 см — 7,3; при 20 см — 4,1; при 30 см — 0,3; а у 6-рядной соответственно 16,3; 7,5; 3,6; 0,4 кг. В точке $2H$ у первой лесополосы на тех же высотах: 12,0; 5,9; 4,9 и 0,3 кг; у второй — 10,5; 4,3; 3,2 и 0,8 кг.

только движущая сила ветра, но и земная гравитация. В табл. 1 приведены данные, полученные по результатам наблюдений, проведенных в Целиноградской области (совхоз «Акмолинский») в марте 1974 г. при скорости низовой метели 10,6—11,3 м/с. Расход метели через единицу длины вертикального фронта насаждений находили по формуле

$$Q_{\phi} = 0,01 i_0 l h_0 \gamma \text{ г/с,}$$

где i_0 — подкороновая ажурность полос, %;
 l — длина участка насаждения, м;
 h_0 — высота их подкоронового просвета, м;
 γ — плотность метели, г/м³.

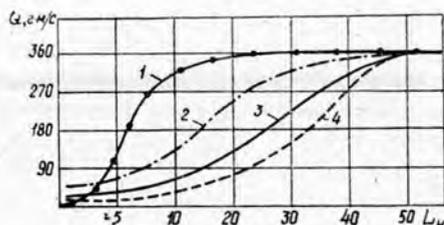
Вес твердой фазы в снеговетровом потоке определяли по формуле

$$\Omega = \rho v \gamma \text{ г,}$$

где ρ — объем снежных частиц;
 v — их количество;
 μ — удельный вес снежинок, г/см³.

Рис. 2. Изменение ТРМ Q на различных участках ее разгона L_H среди лесополос.

1 — плотной; 2 — ажурной; 3 — продуваемой; 4 — ажурно-продуваемой. Расчет при скорости метели 17 м/с.



Зависимость ТРМ от конструкции насаждений приведена на рис. 2. Как показали наблюдения, на параметры снегодинамики в биоэкологической системе лесополоса — защищенное поле сильно влияет не только конструкция лесонасаждений, но и характер подстилающей поверх-

ности (шероховатость) межполосной клетки. В простейшем виде уравнение снегобаланса в системе лесополоса — поле можно записать так:

$$\Sigma N = (W + R) - (E + P) \text{ м}^3,$$

где W — объем снега в лесополосе, м^3 ;

R — то же на поле;

E — испарение снега, мм ;

P — его перенос, м^3 .

Величина R состоит из двух слагаемых

$$R = q_1 + q_2 \text{ м}^3,$$

здесь q_1 и q_2 — объем снега, задержанный соответственно насаждением и подстилающей поверхностью.

Числовые значения показателей уравнения сильно варьируют в зависимости от конструкции лесонасаждений, их снегодинамических свойств и характера подстилающей поверхности (стерня хлебов, отвальная пахота, залежь). Являясь мощным турбулизатором ветра в пограничном слое, стерня как бы взяла на себя часть основных функций лесополос (снегозадержание, погашение дефляции, уменьшение испарения влаги из почвы), снизив их рабочую нагрузку, но не подменила их полностью. В северных областях Казахстана выпадает 25—27 см снега в год. Если слой снега, задерживаемого стерней, принять равным ее высоте (что подтверждается замерами), например, 15—20 см, то это составит 60—70% всего объема выпадающего снега. Остальные 40—30% объема задерживаются лесополосами. В засушливые годы при низкорослых хлебах это соотношение резко изменяется в пользу лесополос ($q_1 \rightarrow 100\%$, $q_2 \rightarrow 0$). Поэтому стерневое поле с лесонасаждениями дает более мощное снегоотложение, нежели без них. К тому же, снижая скорость ветра, лесополосы сдерживают вынос снега из стерни. Иное дело на полях, вспаханных отвально. Там, если не считать снегопахание, почти всю массу снега задерживают лесополосы.

Суммарный тормозной аэродинамический эффект (ТАЭ) системы лесополоса — защищенное поле со стерневым фоном проявляется и действует на параметры метели лишь в пределах пограничного слоя или до той высоты, выше которой не сказывается тормозящее воздействие стерни хлебов на скорость ветра. Высоту пограничного слоя стерни можно принять равной 2—3 ее высотам. Поэтому при расчетах в пределах пограничного слоя входную в лесополосы скорость метели нужно принимать с учетом ветроломности стерни, то есть примерно в 2 раза меньше, чем на полях без стерни. Стерня хлебов по аэродинамике (ветроломности) почти эквивалентна ажурным лесополосам и снижает скорость ветра на 50—60%. Особенно заметно проявляются снегодинамические свойства системы лесополоса — стерневой фон в зимы с экстремальными условиями метелей, когда преобладают высокие скорости ветра (15—120 м/с), большие твердые расходы и коэффициенты турбулентности метели.

Будучи главным конструктивным параметром лесонасаждений, ажурность обуславливает их основной снегодинамический критерий — высоту снега на защищенном поле и его равномерное отложение. Кроме степени ажурности, формы и размера просветов, на высоту сугробов в лесополосах влияет также шероховатость древесных стволов и веток. Здесь многое пока неясно. Но особенно важно установить величину числа Рейнольдса Re для различных полособразующих пород,

Таблица 1

Высота дна метелемера, см	ТРМ, г · м/с, на расстоянии от лесных полос, Н										Среднее
	Наветренная сторона		Лесополоса	Заветренная сторона межполосного поля							
	5	2		2	5	10	20	30	40	50	

Трехрядная ажурно-продуваемая полоса с 72% просветов под кронами

1	13,5	10,0	7,8	8,0	7,4	10,0	11,9	12,4	11,2	15,1	10,9
10	6,0	4,9	7,2	4,6	6,6	5,3	5,6	4,8	4,3	5,5	5,2
20	3,4	4,0	3,3	2,4	3,7	5,0	5,5	5,7	4,4	3,9	4,4
30	0,3	0,3	1,8	0,4	1,7	1,3	1,3	1,8	1,7	1,8	1,4

Шестирядная ажурная полоса с 26% просветов под кронами

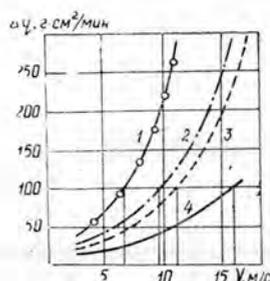
1	14,3	8,8	6,8	4,7	8,0	11,8	14,3	15,3	15,3	15,2	12,1
10	6,3	3,6	7,7	2,6	4,4	5,2	6,3	4,5	4,4	5,0	4,6
20	3,0	2,7	4,9	1,1	1,6	1,8	2,3	3,0	2,3	2,8	2,1
30	0,3	0,7	4,6	0,8	1,8	2,0	1,0	2,7	0,3	2,4	1,6

Примечание. Скорость метели 10,6—11,3 м/с. Площадь рабочего окна метелемера 0,25 м² при высоте его ребра 25 см. На удалении до 30Н ТРМ под защитой 3-рядного насаждения при высоте дна прибора 1 см составил 9,3 г·м/с, при 10 см — 5,5; 20 см — 4,1; 30 см — 1,2; под защитой 6-рядной соответственно 7,4; 4,6; 1,7 и 1,4 г·м/с.

вскрыть механизм действия насаждений и закономерности формирования снегопокрова на защищенных полях. Изменение ТРМ при прохождении метели через подкороновый пояс лесных полос различных конструкций видно из табл. 2, данные которой получены при исследованиях в совхозе «Акмолинский» в марте 1974 г.

Рис. 3. Влияние шероховатости подстилающей поверхности на интенсивность выпадения твердой фазы из снежной метели Δq при различных скоростях ветра V .

1 — лесополосы + стерня; 2 — лесополосы без стерни; 3 — стерня без лесонасаждений; 4 — отвальная зыбь.



Расчетная интенсивность выпадения твердой фазы из метели в насаждениях разных конструкций видна на рис. 3. Чем плотнее лесополоса, тем сильнее выпадает в ней твердая фаза, больше сугробы и ТРМ резко снижается. Так, в метелемерные ящики $1,22 \times 0,32 \times 0,22$ м, установленные на расстоянии $5H$ в наветренную сторону от насаждений различной конструкции, поступило разное количество снега, хотя у входа в лесополосу плотность метели всюду была одинаковой. В течение 95 мин в ящиках у ажурно-продуваемой полосы ($5H$) с подкороновой ажурностью 85% накопилось 14,6 кг снега, за продуваемой (65%) — 13,7; за ажурной (15%) — 7,1; за плотной (5%) — 2,4 кг. Эта разница объясняется тем, что в плотной и ажурной лесополосах из метели выпало очень много твердой фазы, и образовались сугробы;

в ящики за полосами поступление ее было незначительным. Удаляясь от насаждений по пути разгона, метель постепенно насыщается твердой фазой, которая в следующих по ходу ветра лесополосах снова осядет в зависимости от их плотности. Роль подкроновой ажурности насаждений в снегобалансе системы лесополоса — поле велика (табл.3).

Таблица 3

Конструкция лесных полос	$i_e, \%$	Высота снежного покрова, см		Запас влаги, т/га	
		в лесонасаждении	на поле	в лесонасаждении	на поле
Ажурно-продуваемая	90	32	23	768	552
	85	48	27	1052	648
Продуваемая	75	74	35	1776	840
	65	102	31	2448	744
Ажурная	40	191	21	4184	504
	15	296	10	7104	240
Плотная	5	323	6	7752	174

Величина подкроновой ажурности и поэтому снегодинамические свойства лесополос зависят от породного состава насаждений, имеющих различную величину Re . Так, в придорожной лесополосе вдоль шоссе Целиноград — Астраханка на участке из тополя бальзамического высота снежного покрова была 1,4 м при длине шлейфа 42 м (9Н), на участке вяза мелколистного соответственно 2,6 м и 18 м (4Н). Схема посадки и возраст пород в обоих случаях одинаковы. Но подкроновая ажурность тополевого участка 47%, а вязового — 19%. Эта разница объясняется густой сеткой мелких веток на нижней части стволов вяза, чего нет у тополя. Как только верхний уровень сугроба входит в кроны, с этого момента снегораспределение определяется ажурностью кроновой части насаждений, а не подкроновой. Зависимость высоты снежного покрова в насаждениях Y и длины снежных шлейфов $Y_{шл}$, отлагающихся у лесополос, от величины ажурности (%) их подкроновой части X выражается уравнениями регрессии

$$Y = -3,75X + 365$$

и

$$Y_{шл} = 0,3X - 1.$$

Первое уравнение справедливо при $X \leq 95\%$, второе — при $X \leq 75\%$. Их коэффициенты корреляции 0,831 и 0,905.

Снегодинамические свойства лесополос функционально зависят от их ветроломных показателей. Связь между снижением скорости ветра в подкроновой части лесополос Y_v , длиной ветровой тени Y_t и величиной ажурности (%) характеризуется формулами

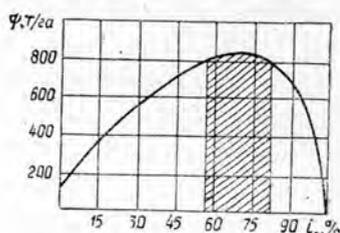
$$Y_v = -0,9X + 87$$

и

$$Y_t = 0,5X + 5.$$

Первое выражение действительно при $X \leq 95\%$, второе — при $X \leq 75\%$. Их коэффициенты корреляции 0,932 и 0,876. С уменьшением ажурности подкроновой части насаждений на каждые 10% скорость ветра при проходе через них снижается примерно на 9%, а ветровая

Рис. 4. Зависимость между запасом воды в снеге на 1 га межполосного поля ψ и подкороной ажурностью лесополос i_0 .



ть укорачивается на $5H$, высота снега в шлейфе под кронами увеличивается на 38 см и шлейф сокращается на $3H$.

Лесополосы с зимней ажурностью подкороной части 40% и менее обладают плохими снегораспределительными свойствами. Сугробы в них достигают 3—4 м высоты, а прилегающие поля зимуют голыми, отчего снижается урожай. В совхозе «Акмолинский» на клетках среди плотных лесополос (50 га) в 1970—1975 гг. собрали по 9,9 ц/га пшеницы, на смежных открытых 1, 4 и 6 полях — 10,1 ц/га, или на 0,17 ц/га больше. А за пределами $50H$, где снег сдувался ветром, урожай был всего 7,7 ц/га. Максимальный запас талой воды на полях создается в том случае, когда они защищены насаждениями с подкороной ажурностью 60—75% (рис. 4). По снижению скорости ветра в пограничном слое лесополосы работают как бы в паре с подстилающей поверхностью. Значит, и суммарный ТАЭ системы лесополоса — поле зависит не только от ветроломных свойств первого звена системы, но и от второго — подстилающей поверхности. Оба звена аэродинамически тесно связаны. Равномерное отложение снега наблюдается при определенной скорости метели

$$\sum_{c=1}^n \theta = V_{\eta} + V_{\eta}^0 = \text{const},$$

где $\sum_{c=1}^n$ — суммарный ТАЭ;

V_{η} — снижение скорости ветра лесополосой;

V_{η}^0 — то же подстилающей поверхностью.

Для пары ажурная полоса — стерня хлебов можно записать

$$\sum_{c=1}^n \theta = 0,5(V_{\eta} + V_{\eta}^0),$$

так как в пограничном слое аэродинамическое звено этой пары почти эквивалентны. Ветроломные свойства пашни определяются характером ее обработки, наличием растительных остатков. В зависимости от этого и оптимальная скорость метели на выходе из насаждений различна (табл. 4).

Чтобы получить оптимальную скорость метели на поле, необходимо с изменением аэродинамики одного звена адекватно изменять аэродинамику другого.

В северных областях Казахстана на полях с несплошным снегопокровом дефляция наблюдается и зимой. Поэтому в табл. 4 и 5 даны скорости ветра, оптимальные для равномерного отложения снега и пога-

Таблица 4

Подстилающая поверхность	Оптимальная V , м/с, на выходе из лесных полос	
	снегораспределительных	противодефляционных
Стерня хлебов	9—11	8—10
Безотвальная вспашка на тяжелых и средних почвах	7—10	6—7
То же на легких почвах	6—8	5—6
Отвальная вспашка независимо от механического состава почвы	5—7	4—5

Таблица 5

Подстилающая поверхность	Конструкция лесополос и число рядов в них	Ажурность, %	
		между стволами	в кронах

Снегораспределительные лесные полосы

Стерня хлебов	Ажурно-продуваемая, 3—4	80—75	20—30
Безотвальная вспашка на тяжелых и средних почвах	Продуваемая, 3—4	70—75	0—10
То же на легких почвах	» 4—5	60—65	15—20
Отвальная вспашка	» 4—5	50—60	10—15

Противодефляционные лесные полосы

Стерня хлебов	Ажурно-продуваемая, 3—4	75—80	20—30
Безотвальная вспашка на тяжелых и средних почвах	Продуваемая, 3—4	70—75	0—10
То же на легких почвах	Ажурная, 3(1)—4(1)	30—40	15—20
Отвальная вспашка	» 4(1)—5(1)	20—25	10—15

Примечание. Цифры в скобках — число рядов кустарника.

шения дефляционных процессов на полях. Как отмечалось выше, выходная скорость метели для равномерного отложения снега в зависимости от характера подстилающей поверхности должна быть различной. В связи с этим и ажурность лесополос, обеспечивающая это снижение, также должна быть неодинаковой (табл. 5). ТРМ тесно связан со

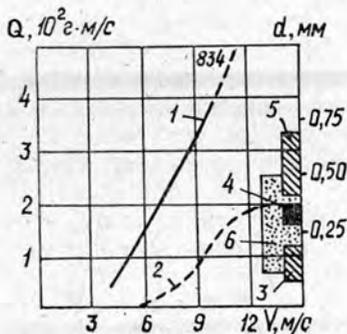


Рис. 5. Связь между твердым расходом почвенной метели Q и скоростью ветра в пограничном слое V , полученная в полевых условиях.

1 — по А. К. Дюнину; 2 — по В. Чепилю. Наиболее характерный размер частиц почвы в эоловых отложениях по наблюдениям И. Китрина (3), А. К. Дюнина (4), В. Чепиля (5) и Л. Ф. Смирновой (6).

скоростью ветра в пограничном слое (рис. 5). Для расчета подкороновой ажурности лесополос нами получено выражение

$$i_0 = \left[lh_0 - \sum_{k=1}^{\varphi} dh_0 P(A_n) : h_0 l \right] 100\%,$$

где l — длина участка насаждения, м;
 h_0 — высота подкоронового просвета, м;
 k и φ — пределы колебания количества стволов на участке;
 d — диаметр стволов на высоте 0,5 м, м;
 $P(A_n)$ — вероятность вариантов размещения стволов на вертикальном экране.

Повышая влагообеспеченность и экологическую емкость полей в целом, лесные полосы в сухой степи увеличивают коэффициент использования природно-климатических ресурсов и продуктивность фотосинтеза, отчего урожайность возрастает.

Поступила 24 ноября 1975 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.35

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕКОТОРЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ХЛЫСТА И ДЕРЕВА

Л. В. КОРОТЯЕВ, В. Д. ЕСАФОВ

Архангельский лесотехнический институт

Дается методика определения объема, положения центра тяжести и момента инерции хлыста и дерева через уравнение образующей его ствола.

Для создания высокопроизводительной специальной лесной техники, а также для выбора системы серийно выпускаемых лесных машин и наиболее эффективной их эксплуатации в конкретной лесорастительной зоне необходимо располагать исчерпывающими сведениями о дереве как предмете труда, а именно знать линейные размеры ствола и кроны дерева, их объем и вес, положение центра тяжести, моменты инерции и упругость ствола.

Условия произрастания лесов нашей страны различны. Это обуславливает различие средних деревьев даже одной породы по крупности, форме ствола, размерам кроны и другим признакам. Многообразие размеров и форм деревьев делает практически невозможным разработку общесоюзных таблиц основных параметров деревьев и требует определения их для каждой лесорастительной зоны в отдельности.

Наша задача заключалась: в разработке методики расчета некоторых геометрических и динамических параметров хлыста и дерева; в установлении численных значений этих параметров для хлыста и дерева среднего диаметра и разряда ели — основной промышленной породы северной лесорастительной зоны.

В настоящей работе предложена методика определения объема, центра тяжести и моментов инерции хлыста и дерева как тела вращения образующей его ствола (рис. 1), которая с достаточной степенью приближения описывается уравнением кубической параболы [6]

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3, \quad (1)$$

где y — радиус поперечного сечения ствола дерева, см;
 x — расстояние от комлевого среза до соответствующего поперечного сечения хлыста, м;
 a, b, c, d — коэффициенты уравнения.

Для определения указанных геометрических параметров хлыста выделим элементарный объем тела вращения образующей

$$dV = 10^{-4} \pi [y(x)]^2 dx. \quad (2)$$

Интегрируя это выражение, получим формулу для определения объема отрезка хлыста (ствола) любой длины, считая от комля

$$V = 10^{-4} \pi \int_0^x [y(x)]^2 dx. \quad (3)$$

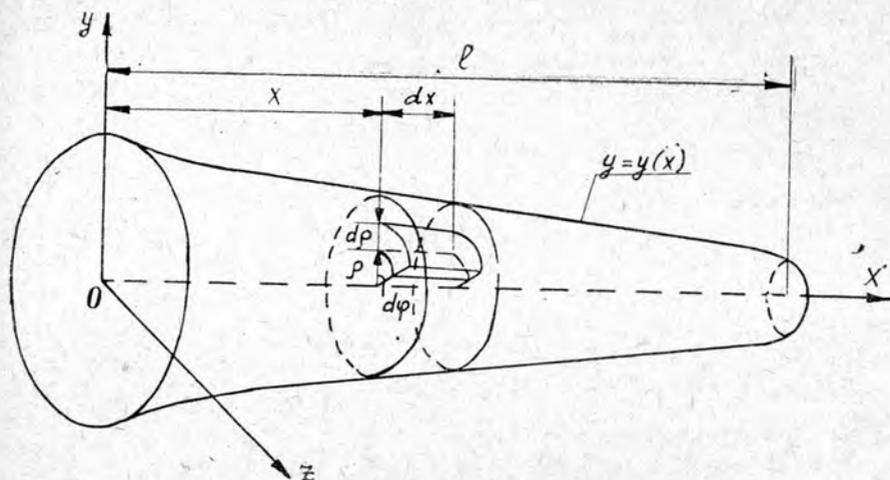


Рис. 1.

При $x = l$ (где l — длина хлыста или ствола, м) по формуле (3) можно найти полный объем хлыста или ствола, а при известном объемном весе свежесрубленной древесины — и его вес.

Положение центра тяжести ствола (хлыста) определяется абсциссой x_c , вычисляемой по формуле

$$x_c = \frac{1}{V} \iiint_{(V)} x dV, \quad (4)$$

или, после подстановки в нее значения dV из выражения (2),

$$x_c = \frac{\pi}{10 \cdot V} \int_0^x x [y(x)]^2 dx. \quad (5)$$

Для определения момента инерции ствола относительно главных осей Oy и Oz , проходящих в плоскости комлевого среза, используется формула

$$I_y = \iiint_{(m)} x^2 dm = \frac{\gamma}{g} \iiint_{(V)} x^2 dV, \quad (6)$$

где m — масса хлыста (или ствола), кгс·с²/м;
 γ — плотность неокоренной древесины, кг/м³;
 g — ускорение свободного падения, м/с².

После подстановки значения dV из выражения (2) формула (6) примет вид

$$I_y = \frac{\pi \gamma}{10 \cdot g} \int_0^x [y(x)]^2 x^2 dx. \quad (7)$$

Момент инерции хлыста или ствола относительно его продольной оси определится по формуле

$$I_x = \iiint_{(m)} \rho^2 dm. \quad (8)$$

Из рис. 1

$$dm = \frac{\gamma}{g} \rho d\rho d\varphi dx.$$

Тогда

$$I_x = \frac{2\pi\gamma}{10^{16}g} \int_0^x dx \int_0^y [y(x)]^3 [y'(x)] dx. \quad (9)$$

После подстановки значений $y(x)$ из выражения (1) в формулы (3), (5), (7), их интегрирования и преобразований соответственно получим

$$V = \frac{\pi x}{10^4} \left(a^2 + abx + \frac{b^2 + 2ac}{3} x^2 + \frac{ad + bc}{2} x^3 + \frac{2bd + c^2}{5} x^4 + \frac{cd}{3} x^5 + \frac{d^2}{7} x^6 \right); \quad (10)$$

$$x_c = \frac{\pi x^2}{10^4 V} \left[\frac{a^2}{2} + \frac{2ab}{3} x + \frac{b^2 + 2ac}{4} x^2 + \frac{2(ad + bc)}{5} x^3 + \frac{2bd + c^2}{6} x^4 + \frac{2cd}{7} x^5 + \frac{d^2}{8} x^6 \right]; \quad (11)$$

$$I_y = \frac{\pi\gamma x^3}{10^4 g} \left(\frac{a^2}{3} + \frac{ab}{2} x + \frac{b^2 + 2ac}{5} x^2 + \frac{ad + bc}{3} x^3 + \frac{2bd + c^2}{7} x^4 + \frac{cd}{4} x^5 + \frac{d^2}{9} x^6 \right). \quad (12)$$

Формула (9) в преобразованном виде не приводится, ввиду ее громоздкости.

Коэффициенты уравнения образующей (1) и формул (10)—(12) получены в результате обмера хлыстов в лесонасаждениях Европейского Севера.

В еловых древостоях Севера преимущественно IV—V разрядов высот со средним диаметром дерева 20 см заготавливают хлысты соответственно III и IV разрядов. Поэтому определяли геометрические параметры именно таких хлыстов и деревьев.

В работе использованы данные обмеров хлыстов и деревьев, выполненных одним из авторов статьи [2]—[5] в разное время (1956—1974 гг.) в леспромхозах Архангельской и Вологодской областей: Емецком, Костылевском, Северном, Шалакушском, Удимском и других с типичными для Севера лесосырьевыми базами, в которых преобладает ель IV—V разрядов высот со средним диаметром 20 см.

Длину сваленного дерева, полученного из него хлыста и размеры кроны измеряли с точностью 1 см. Диаметр хлыста измеряли в комле, на расстоянии 1 м от него и далее через каждые 2 м по длине хлыста с точностью 0,1 см. Всего было обмерено 202 дерева и 114 хлыстов.

Результаты измерений обработаны методами математической статистики. При этом установлены средние арифметические значения M измеренных параметров, границы доверительных интервалов ΔM , полученные с надежностью результата измерений 0,95, средняя квадратическая ΔS и относительная ε погрешности результата серии измерений того или иного параметра, а также дисперсия σ^2 .

Измеренная длина хлыста характеризуется следующими статистическими показателями (табл. 1).

Таблица 1

Разряд хлыстов	Число хлыстов n , шт.	M , м	$\pm \Delta M$, м	$\pm \Delta S$, м	$\pm \varepsilon$, %	σ^2 , м ²
III	54	15,07	0,15	0,07	0,5	0,24
IV	37	13,22	0,21	0,10	0,8	0,28

Средняя длина хлыста дана в табл. 1 без уменьшения на припуск, так как лесозаготовительные машины оперируют с натуральными хлыстами фактической длины. Средние диаметры сечений D_x и объемы V хлыстов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Разряд хлыстов	Значение D_x ($\frac{\text{в коре}}{\text{без коры}}$), см, при x , м									V ($\frac{\text{в коре}}{\text{без коры}}$) м ³
	0	1	3	5	7	9	11	13	15	
III	25,0	20,4	18,31	16,70	15,10	13,27	11,30	8,63	5,85	0,263
	23,6	19,1	17,01	15,55	14,15	12,27	10,35	7,78	5,25	0,227
IV	25,0	20,3	18,02	16,24	14,41	12,08	9,58	6,33	—	0,235
	23,5	18,9	16,72	14,99	13,26	11,03	8,63	5,68	—	0,201

Число наблюдений n и статистические показатели измерений диаметров хлыста в разных сечениях сведены в табл. 3.

Таблица 3

x , м	Хлысты III разряда, $n=441$					Хлысты IV разряда, $n=294$				
	M	$\pm \Delta M$	$\pm \Delta S$	$\pm \varepsilon$	σ^2	M	$\pm \Delta M$	$\pm \Delta S$	$\pm \varepsilon$	σ^2
0	25,00	0,60	0,30	2,4	4,20	25,00	0,32	0,16	0,6	0,99
1	20,40	0,18	0,09	0,4	0,20	20,30	0,20	0,10	0,5	0,13
3	18,31	0,22	0,11	0,6	0,50	18,02	0,32	0,16	0,9	0,86
5	16,70	0,29	0,14	0,9	0,57	16,24	0,30	0,15	0,9	0,78
7	15,10	0,29	0,14	0,9	0,93	14,41	0,37	0,18	1,3	1,06
9	13,27	0,35	0,17	1,3	1,27	12,08	0,43	0,21	1,8	1,63
11	11,30	0,40	0,20	1,8	1,53	9,58	0,39	0,19	2,0	1,11
13	8,63	0,33	0,16	1,9	1,14	6,33	0,37	0,18	2,9	1,10
15	5,80	0,31	0,15	2,8	1,10	—	—	—	—	—

Статистические показатели (табл. 1, 3) подтверждают достаточную точность и надежность результатов измерений.

Таблица 4

Разряд хлыстов	r	$\pm m_r$	$\frac{r}{m_r}$	η	$\pm m_\eta$	$\frac{\eta}{m_\eta}$	σ^2
III	-0,92	0,0072	129 > 4	0,93	0,0065	143 > 4	0,67
IV	-0,91	0,0100	91 > 4	0,92	0,0093	99 > 4	0,60

Значения коэффициента корреляции r , корреляционного отношения η , их ошибок m_r и m_η и достоверности $\frac{r}{m_r}$ и $\frac{\eta}{m_\eta}$, приведен-

ные в табл. 4, свидетельствуют о существовании тесной корреляционной связи $y = f(x)$, где $y = \frac{D_x}{2}$.

Значения коэффициентов корреляционного уравнения (1) этой связи, найденные методом наименьших квадратов, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Разряд хлыстов	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
III				
с корой	11,98	-1,1896	0,10747	-0,004613
без коры	11,19	-1,0435	0,08452	-0,003561
IV				
с корой	12,08	-1,4260	0,15320	-0,007467
без коры	11,33	-1,3788	0,14735	-0,007108

Разница между вычисленными по уравнению (1) и измеренными в природе значениями радиуса поперечного сечения хлыста незначительна. Наиболее значительное отклонение (до 7%) наблюдается только в комлевой части.

При найденных коэффициентах уравнения образующей по формулам (10) — (12) при $\gamma = 730 \text{ кг/м}^3$ летом получены следующие значения объема, расстояния от комля до центра тяжести l_c и момента инерции I_y хлыста с корой (табл. 6).

Таблица 6

Разряд хлыстов	$V, \text{ м}^3$		$l_c, \text{ м}$	$I_y, \text{ кгс} \cdot \text{ м} \cdot \text{ с}^2$
	в коре	без коры		
III	0,269	0,233	0,338 <i>l</i> =5,1	0,239 <i>m</i> ² =1086
IV	0,240	0,204	0,335 <i>l</i> =4,43	0,181 <i>m</i> ² =560

Для определения высоты центра тяжести h_c дерева и момента его инерции $I_{уд}$ относительно оси, проходящей через плоскость спиливания с корня, нами получены формулы

$$h_c = \frac{l_c + p(h_k + 0,25l_k)}{1 + p}; \quad (13)$$

$$I_{уд} = I_y + pm \left[\frac{1}{80} (3D_k^2 + 8l_k^2) + h_k^2 \right], \quad (14)$$

где h, h_k — высота дерева и основания кроны, м;
 l_k, D_k — длина и максимальный диаметр кроны, м;
 m — масса ствола дерева, кгс·с²/м;
 p — отношение веса кроны к весу ствола;
 I_y — момент инерции ствола относительно оси Oy , определяется по формуле (6).

В расчетах принята коническая форма кроны (рис. 2), распространенная в ельниках Севера.

Средние арифметические значения высоты дерева, расстояния от комля до кроны, ее диаметра и другие статистические показатели приведены в табл. 7.

Таблица 7

Параметры дерева	Разряды высот де- рева	п, шт.	M, м	$\pm \Delta M$, м	$\pm \Delta S$, м	$\pm \Delta s$, %	σ^2
h	IV	55	17,20	0,16	0,08	0,9	0,35
	V	29	14,80	0,35	0,17	2,3	0,85
h _к	IV	39	5,81	0,57	0,28	9,9	3,14
	V	20	5,50	0,64	0,31	11,7	1,90
D _к	IV	35	3,30	0,22	0,11	6,8	0,44
	V	19	3,84	0,24	0,12	6,4	0,26

Таблица 8

Разряды высот дерева	h _с , м	I _{уд} , кгс · м · с ²
IV	6,00	0,248mh ² = 1470
V	5,30	0,207mh ² = 807

По опытным данным [3], для еловых деревьев IV разряда высот $p = 0,34$, а для деревьев V разряда $p = 0,35$.

Значения высоты центра тяжести h_c $h_c^{IV} = 0,35h$ и $h_c^V = 0,358h$ и момента инерции $I_{уд}$ дерева, вычисленные по формулам (13) и (14), сведены в табл. 8.

Пользуясь теоремой Гюйгенса, мы определили также момент инерции дерева относительно центральной оси: для дерева IV разряда высот

$$I_{cy} = 0,121mh^2;$$

для дерева V разряда высот

$$I_{cy} = 0,069mh^2.$$

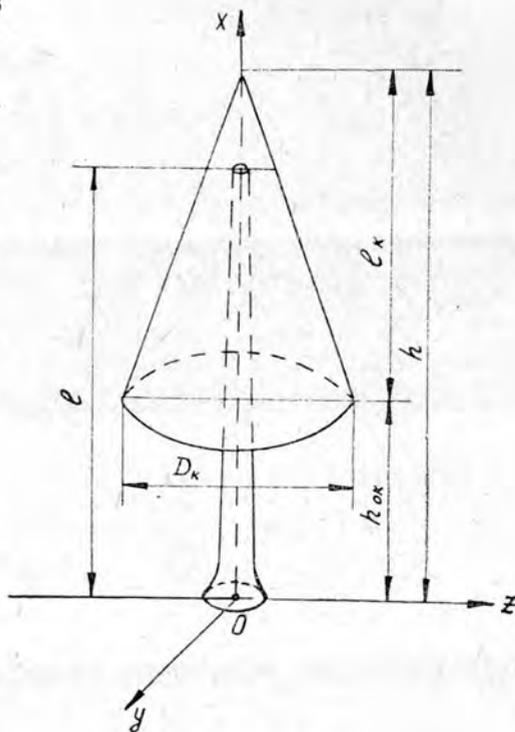


Рис. 2.

Выводы

1. Объем хлыста, вычисленный по формуле (10), отличается от установленного натурным обмером на 1,5—2,6%, что находится в пределах точности измерений.

2. Расстояние от комля до центра тяжести хлыста l_c и дерева h_c , вычисленное по формулам (11), (13), примерно на 10% меньше опытных значений [1], [2]. Это объясняется тем, что объемный вес древесины ствола и кроны возрастает с удалением от комля к вершине [1].

Влияние большего объемного веса древесины ствола и кроны в вершинной части может быть учтено поправочным коэффициентом K , вводимым в формулы (11), (13) с использованием корреляционных зависимостей, установленных экспериментально П. Б. Закревским [1].

На основании исследований [1], [2] этот коэффициент принимается в размере $K = 1,1$. Тогда для хлыстов III разряда

$$I_c^{III} = 0,372l,$$

а для хлыстов IV разряда

$$I_c^{IV} = 0,369l,$$

что совпадает с опытными данными [2]:

$$I_c = 0,373l;$$

для деревьев соответственно

$$h_c^{IV} = 0,385h$$

и

$$h_c^V = 0,394h,$$

что мало отличается от опытных значений [1], [2]

$$h_c = (0,395 - 0,400)h.$$

3. Полученное значение момента инерции хлыста IV разряда

$$I_y^{IV} = 0,181ml^2$$

совпадает с данными С. Ф. Орлова [7]

$$I_y = 40m,$$

или в пересчете на длину хлыста

$$I_y = 0,178ml^2.$$

Среднее значение момента инерции елового дерева

$$I_{уд}^{cp} = 0,5(I_{уд}^{IV} + I_{уд}^V) = 0,228mh^2,$$

полученное нами, также совпадает с приводимыми в литературе [1], [7] усредненными опытными данными

$$I_{уд}^{cp} = (0,22 \div 0,23)mh^2.$$

4. Формулы (9)—(12) позволяют вычислить объем, координату центра тяжести и момент инерции сортимента любой длины, выпиленного из любого участка ствола, путем изменения пределов интегрирования и несложных пересчетов.

5. Предлагаемая методика обеспечивает определение геометрических параметров хлыста и дерева с достаточной для практики точностью без сложных и трудоемких экспериментов и поэтому может быть использована при проектировании и эксплуатации лесосечных машин.

ЛИТЕРАТУРА

11. Закревский П. Б. Исследование процесса управления падением деревьев при валке леса напроход. Автореферат кандидатской диссертации. Львов, 1974. [2]. Коротяев Л. В. О положении центра тяжести стволов с кроной и хлыстов, заготовляемых в лесах Европейского Севера Союза ССР. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1959, № 2. [3]. Коротяев Л. В. Вес кроны еловых деревьев в лесонасаждениях Севера. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1959, № 5. [4]. Коротяев Л. В. О взаимосвязи усилия и высоты подъема деревьев и хлыстов за вершины при трелевке. — Труды АЛТИ,

сб. XXXIII, 1972. [5]. Коротяев Л. В. Влияние направления сдвигающей силы на сопротивление сдвигу деревьев и хлыстов при треловке. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1973, № 2. [6]. Менделеев Д. И. Труды по сельскому хозяйству и лесоводству. 1954. [7]. Орлов С. Ф. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. М., ГЛБИ, 1965.

Поступила 27 ноября 1975 г.

УДК 531 : 634.0.5

ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ДИНАМИКИ ВАЛКИ И ПАКЕТИРОВАНИЯ ЛЕСА

С. А. ПОМОГАЕВ, В. И. СОЛОМАТНИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Рассмотрен общий случай перемещения дерева в трехмерном пространстве в процессе валки и пакетирования леса специальными лесными машинами. Получены дифференциальные уравнения, дающие возможность решать прикладные задачи применительно к различным лесосечным машинам.

Перспективы развития лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства предусматривают создание специальных лесных машин, которые без применения ручного труда могут осуществлять операции перемещения при валке, пакетировании, погрузке и треловке леса.

При решении задач, связанных с созданием таких машин, исходят из предположения, что дерево или хлыст движутся в одной плоскости; в действительности же этот процесс происходит, как правило, в трехмерном пространстве.

В основу разработки общей теории положены следующие положения:

а) на дереве (рис. 1) выделяются три характерные точки. К первой точке O_1 прикладываются движущие силы и момент, который может быть либо моментом сопротивления, либо управляющим моментом. Ко второй точке D прикладываются силы сопротивления, которые в зависимости от среды контакта могут быть либо силами, возникающими от сопротивления воздуха и действия ветра, либо силами сопротивления поверхности лесосеки. В третьей точке C прикладывается сила тяжести дерева;

б) дерево рассматривается как твердое тело, находящееся под действием приложенных к нему сил и моментов.

На схеме движения дерева (рис. 1) даны следующие обозначения:

G — вес дерева;

P_x, P_y, P_z — движущие силы, приложенные к дереву со стороны машины;

F_x, F_y, F_z — составляющие сил сопротивления воздушной среды (аэродинамические силы);

$M_\theta, M_\psi, M_\varphi$ — составляющие момента сопротивления в узле связи машины с деревом;

θ, ψ, φ — углы Эйлера (θ — нутации, ψ — прецессии, φ — собственного вращения).

Дерево представляет собой твердое тело с шестью степенями свободы.

Рассмотрим движение дерева в неподвижной системе координат $Oxyz$. Введем систему координат $O_1x'_1y'_1z'_1$, движущуюся поступательно

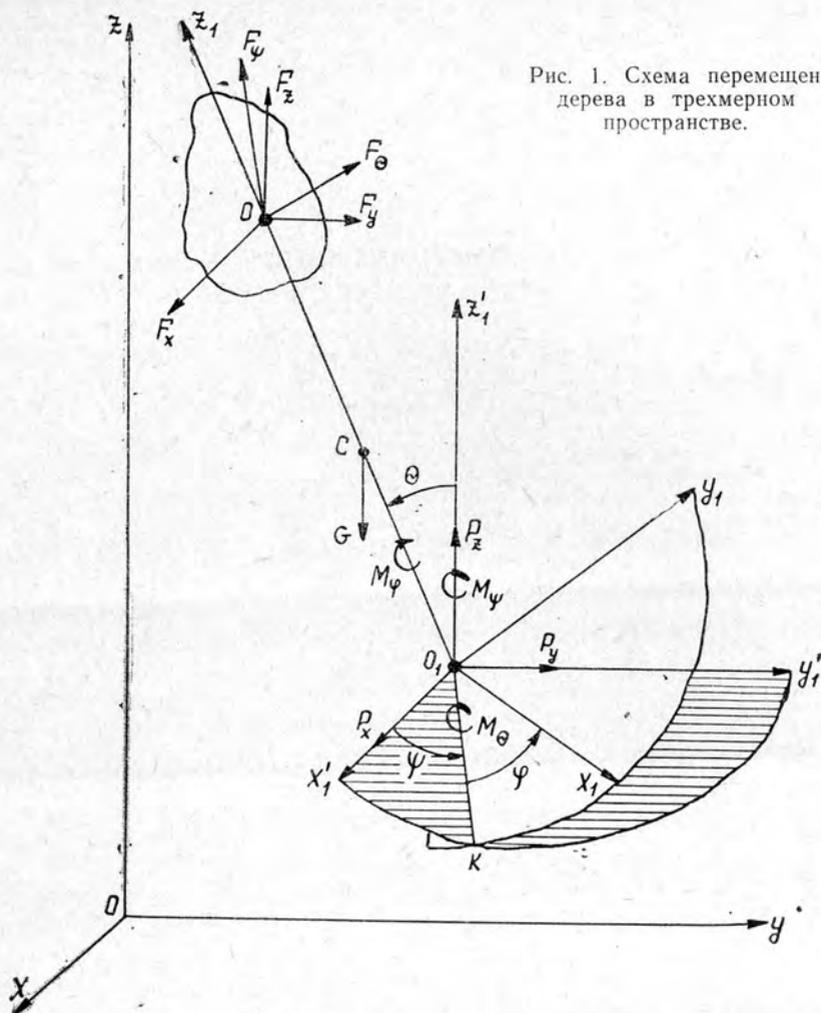


Рис. 1. Схема перемещения дерева в трехмерном пространстве.

относительно неподвижной и жестко связанную с деревом систему координат $O_1 x_1 y_1 z_1$. В качестве обобщенных координат примем координаты точки O_1 и углы Эйлера при сферическом движении дерева вокруг точки O_1 .

Дифференциальные уравнения движения дерева получим с помощью уравнений Лагранжа II рода

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad (1)$$

где T — кинетическая энергия;

\dot{q}_i, q_i — соответственно обобщенная скорость и обобщенная координата;

Q_i — обобщенная сила.

Кинетическая энергия дерева

$$T = \frac{1}{2} m \bar{v}_{O_1}^2 + m \bar{v}_{O_1} \cdot \bar{v}_{cr} + T_r, \quad (2)$$

- где m — масса дерева;
 v_{O_1} — скорость точки O_1 в системе координат $Oxyz$;
 v_{cr} — относительная скорость центра тяжести дерева по отношению к осям x'_1, y'_1, z'_1 ;
 T_r — кинетическая энергия дерева в его относительном движении в системе координат $O_1x'_1y'_1z'_1$.

Будем считать, что оси координат x_1, y_1, z_1 являются главными осями инерции дерева для точки O_1 . Тогда

$$T_r = \frac{1}{2} (I_{x_1} \omega_{x_1}^2 + I_{y_1} \omega_{y_1}^2 + I_{z_1} \omega_{z_1}^2),$$

- где $I_{x_1}, I_{y_1}, I_{z_1}$ — главные моменты инерции дерева, взятые относительно главных осей, проходящих через точку O_1 ;
 $\omega_{x_1}, \omega_{y_1}, \omega_{z_1}$ — проекции мгновенной угловой скорости дерева на оси x_1, y_1, z_1 .

Естественно принять дерево за тело вращения, тогда $I_{x_1} = I_{y_1}$. Кроме того, имеем следующие кинематические уравнения Эйлера:

$$\omega_{x_1} = \dot{\psi} \sin \Theta \sin \varphi + \dot{\Theta} \cos \varphi;$$

$$\omega_{y_1} = \dot{\psi} \sin \Theta \cos \varphi - \dot{\Theta} \sin \varphi;$$

$$\omega_{z_1} = \dot{\psi} \cos \Theta + \dot{\varphi}.$$

После подстановки этих выражений кинетическая энергия будет

$$T_r = \frac{1}{2} I_{x_1} (\dot{\Theta}^2 + \dot{\psi}^2 \sin^2 \Theta) + \frac{1}{2} I_{z_1} (\dot{\psi} \cos \Theta + \dot{\varphi})^2. \quad (3)$$

Определим скалярное произведение, входящее во второе слагаемое формулы (2). В общем виде

$$\overline{v_{O_1}} \cdot \overline{v_{cr}} = \dot{x} v_{crx'_1} + \dot{y} v_{cry'_1} + \dot{z} v_{crz'_1},$$

- где $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ — проекции вектора скорости $\overline{v_{O_1}}$ на оси x, y, z ;
 $v_{crx'_1}, v_{cry'_1}, v_{crz'_1}$ — проекции вектора относительной скорости центра тяжести дерева $\overline{v_{cr}}$ на оси x'_1, y'_1, z'_1 .

Относительная скорость центра тяжести дерева $\overline{v_{cr}}$ складывается из скоростей вращательного движения дерева вокруг оси z'_1 и линии узлов O_1K .

При повороте дерева вокруг оси z'_1 изменяется угол ψ , вектор скорости $\overline{v_{c\psi}}$ центра тяжести дерева параллелен линии узлов O_1K и направлен в сторону вращения.

Проекция скорости $v_{c\psi}$ на оси x'_1, y'_1, z'_1

$$v_{c\psi x'_1} = \dot{\psi} h_c \sin \Theta \cos \psi;$$

$$v_{c\psi y'_1} = \dot{\psi} h_c \sin \Theta \sin \psi;$$

$$v_{c\psi z'_1} = 0,$$

где h_c — расстояние от точки O_1 до центра тяжести дерева.

При повороте дерева вокруг линии узлов O_1K изменяется угол Θ , вектор скорости $\overline{v_{c\Theta}}$ центра тяжести дерева перпендикулярен оси z_1 (оси ствола) и направлен в сторону вращения. Поэтому

$$v_{c\Theta x'_1} = \dot{\Theta} h_c \cos \Theta \sin \psi;$$

$$v_{c\theta y'_1} = -\dot{\Theta} h_c \cos \Theta \cos \psi;$$

$$v_{c\theta z'_1} = -\dot{\Theta} h_c \sin \Theta.$$

Следовательно,

$$v_{crx'_1} = v_{c\psi x'_1} + v_{c\theta x'_1} = \dot{\psi} h_c \sin \Theta \cos^2 \psi + \dot{\Theta} h_c \cos \Theta \sin \psi;$$

$$v_{cry'_1} = v_{c\psi y'_1} + v_{c\theta y'_1} = \dot{\psi} h_c \sin \Theta \sin \psi - \dot{\Theta} h_c \cos \Theta \cos \psi;$$

$$v_{crz'_1} = v_{c\psi z'_1} + v_{c\theta z'_1} = -\dot{\Theta} h_c \sin \Theta.$$

Таким образом,

$$\begin{aligned} \bar{v}_{o_1} \cdot \bar{v}_{cr} = & \dot{x} h_c (\dot{\psi} \sin \Theta \cos \psi + \dot{\Theta} \cos \Theta \sin \psi) + \\ & + \dot{y} h_c (\dot{\psi} \sin \Theta \sin \psi - \dot{\Theta} \cos \Theta \cos \psi) - \dot{z} \dot{\Theta} h_c \sin \Theta. \end{aligned}$$

Тогда выражение для кинетической энергии движения дерева примет вид

$$\begin{aligned} T = & \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + m h_c [\dot{x} (\dot{\psi} \sin \Theta \cos \psi + \dot{\Theta} \cos \Theta \sin \psi) + \\ & + \dot{y} (\dot{\psi} \sin \Theta \sin \psi - \dot{\Theta} \cos \Theta \cos \psi) - \dot{z} \dot{\Theta} \sin \Theta] + \\ & + \frac{1}{2} I_{x_1} (\dot{\Theta}^2 + \dot{\psi}^2 \sin^2 \Theta) + \frac{1}{2} I_z (\dot{\psi} \cos \Theta + \dot{\varphi})^2. \end{aligned} \quad (4)$$

По формуле (4) определяют кинетическую энергию дерева в самом общем случае его движения. Дальнейшее решение задачи сводится к определению обобщенных сил. В первом приближении крону дерева будем считать симметричной. Тогда на возможных перемещениях δx , δy , δz элементарные работы

$$\delta A_x = (P_x + F_x) \delta x;$$

$$\delta A_y = (P_y + F_y) \delta y;$$

$$\delta A_z = (P_z + F_z - G) \delta z.$$

При сферическом движении дерева вокруг точки O_1 имеем следующие зависимости элементарной работы на возможных перемещениях $\delta \Theta$, $\delta \psi$, $\delta \varphi$:

$$\begin{aligned} \delta A_\Theta = & (G h_c \sin \Theta + F_x h_D \sin \psi \cos \Theta - F_y h_D \cos \Theta \cos \psi - \\ & - F_z h_D \sin \Theta - M_\Theta) \delta \Theta; \end{aligned}$$

$$\delta A_\psi = (F_x h_D \sin \Theta \cos \psi + F_y h_D \sin \Theta \sin \psi - M_\psi) \delta \psi;$$

$$\delta A_\varphi = -M_\varphi \delta \varphi.$$

Отсюда искомые обобщенные силы

$$Q_x = P_x + F_x;$$

$$Q_y = P_y + F_y;$$

$$Q_z = P_z + F_z - G;$$

$$Q_\Theta = G h_c \sin \Theta + (F_x \sin \psi - F_y \cos \psi) h_D \cos \Theta - F_z h_D \sin \Theta - M_\Theta;$$

$$Q_\psi = (F_x \cos \psi + F_y \sin \psi) h_D \sin \Theta - M_\psi;$$

$$Q_\varphi = -M_\varphi.$$

(5)

где h_D — расстояние от точки O_1 до точки приложения сил сопротивления (точка D).

Аэродинамические составляющие F_x, F_y, F_z силы давления воздушной среды — функции обобщенных координат Θ и ψ , а также обобщенных скоростей $\dot{\Theta}$ и $\dot{\psi}$. Они определяются следующим образом. При вращении дерева вокруг линии узлов O_1K (изменение угла Θ) и вокруг оси z'_1 (изменение угла ψ) аэродинамические силы лобового сопротивления равны соответственно

$$F_{\Theta} = \frac{1}{2} C_x \rho S_{кр} h_D^2 \dot{\Theta}^2;$$

$$F_{\psi} = \frac{1}{2} C_x \rho S_{кр} h_D^2 \dot{\psi}^2 \sin^2 \Theta,$$

где C_x — коэффициент лобового сопротивления кроны;
 ρ — массовая плотность воздуха;
 $S_{кр}$ — площадь миделева сечения кроны дерева.

Проекции сил F_{Θ} и F_{ψ} на оси координат x, y, z равны (рис. 1)

$$F_{\Theta x} = -F_{\Theta} \cos \Theta \sin \psi; F_{\Theta y} = F_{\Theta} \cos \Theta \cos \psi; F_{\Theta z} = F_{\Theta} \sin \Theta;$$

$$F_{\psi x} = -F_{\psi} \cos \psi; F_{\psi y} = -F_{\psi} \sin \psi; F_{\psi z} = 0.$$

Следовательно,

$$F_x = F_{\Theta x} + F_{\psi x} = -\frac{1}{2} C_x \rho S_{кр} h_D^2 (\dot{\Theta}^2 \cos \Theta \sin \psi + \dot{\psi}^2 \sin^2 \Theta \cos \psi);$$

$$F_y = F_{\Theta y} + F_{\psi y} = \frac{1}{2} C_x \rho S_{кр} h_D^2 (\dot{\Theta}^2 \cos \Theta \cos \psi - \dot{\psi}^2 \sin^2 \Theta \sin \psi);$$

$$F_z = F_{\Theta z} + F_{\psi z} = \frac{1}{2} C_x \rho S_{кр} h_D^2 \dot{\Theta}^2 \sin \Theta.$$

Имея аналитические зависимости кинетической энергии и обобщенных сил и используя уравнение Лагранжа (1), получим систему дифференциальных уравнений движения дерева в пространстве

$$m\ddot{x} + mh_c (\ddot{\Theta} \cos \Theta \sin \psi + \ddot{\psi} \sin \Theta \cos \psi) + 2mh_c \dot{\Theta} \dot{\psi} \cos \Theta \cos \psi -$$

$$- mh_c (\dot{\Theta}^2 + \dot{\psi}^2) \sin \Theta \sin \psi = P_x + F_x;$$

$$m\ddot{y} - mh_c (\ddot{\Theta} \cos \Theta \cos \psi - \ddot{\psi} \sin \Theta \sin \psi) + 2mh_c \dot{\Theta} \dot{\psi} \cos \Theta \sin \psi +$$

$$+ mh_c (\dot{\Theta}^2 + \dot{\psi}^2) \sin \Theta \cos \psi = P_y + F_y;$$

$$m\ddot{z} - mh_c (\ddot{\Theta} \sin \Theta + \dot{\Theta}^2 \cos \Theta) = P_z + F_z - G;$$

$$I_{x_1} \ddot{\Theta} - (I_{x_1} - I_{z_1}) \dot{\psi}^2 \sin \Theta \cos \Theta + mh_c [(\ddot{x} \sin \psi - \ddot{y} \cos \psi) \cos \Theta -$$

$$- \ddot{z} \sin \Theta] + I_{z_1} \dot{\psi} \dot{\varphi} \sin \Theta = Gh_c \sin \Theta + (F_x \sin \psi -$$

$$- F_y \cos \psi) h_D \cos \Theta - F_z h_D \sin \Theta - M_{\Theta};$$

$$(I_{x_1} \sin^2 \Theta + I_{z_1} \cos^2 \Theta) \ddot{\psi} + I_{z_1} \ddot{\varphi} \cos \Theta + 2(I_{x_1} - I_{z_1}) \dot{\Theta} \dot{\psi} \sin \Theta \cos \Theta -$$

$$- I_{z_1} \dot{\Theta} \dot{\varphi} \sin \Theta + mh_c (\ddot{x} \cos \psi + \ddot{y} \sin \psi) \sin \Theta =$$

$$= (F_x \cos \psi + F_y \sin \psi) h_D \sin \Theta - M_{\psi};$$

$$I_{z_1} (\ddot{\psi} \cos \Theta + \dot{\psi} \dot{\varphi}) - I_{z_1} \dot{\Theta} \dot{\psi} \sin \Theta = -M_{\psi}.$$

Полученная система дифференциальных уравнений позволяет решать различные частные задачи по перемещению деревьев или хлыстов специальными лесными машинами при выполнении лесосечных работ.

Поступила 2 февраля 1976 г.

УДК 634.0.377.7

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА РЕЛЬСО-ШПАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПУТИ

С. И. МОРОЗОВ

Архангельский лесотехнический институт

Рассматривается влияние температурного эксцентриситета на устойчивость рельсо-шпальной решетки и дается его количественная оценка.

1. Температуры закрепления длинных рельсов и рельсовых плетей с левой и правой сторон пути в общем случае различны, вследствие чего различны и величины продольных температурных сил P_1 и P_2 , пропорциональных приращению температур после укладки,

$$P_1 = E\alpha\omega_p(t - t_{10}); \quad (1)$$

$$P_2 = E\alpha\omega_p(t - t_{20}), \quad (2)$$

где E — модуль упругости стали;
 α — коэффициент температурного расширения;
 ω_p — площадь поперечного сечения рельса;
 t_{10} и t_{20} — температура левого и правого рельсов в момент укладки (закрепления);
 t — температура рельса в данный момент.

По отношению к оси рельсо-шпальной решетки возникает «температурный» эксцентриситет, который может повлиять на устойчивость пути.

Установим степень этого влияния, используя дифференциальные уравнения продольно-поперечного изгиба.

2. Решение задачи базируется на исходной предпосылке о том, что каждый рельс изгибается относительно своей оси самостоятельно, то есть рельсо-шпальная решетка не является рамой. Справедливость предпосылки нетрудно обосновать.

Если бы рельсо-шпальная решетка при продольно-поперечном изгибе работала как рама, то один рельс сжимался бы, а другой — растягивался. Соответствующие эпюры нормальных напряжений приведены на рис. 1, а и б. Момент инерции такой рамы относительно оси пути следует определять по теореме Гюйгенса

$$I_{p,ш} = I_p + \omega_p b^2, \quad (3)$$

где $I_{p,ш}$ — момент инерции рельсо-шпальной решетки;
 I_p — момент инерции рельса;
 ω_p — площадь поперечного сечения рельса;
 b — половина ширины колес.

Результаты расчета по уравнению (3) существенно расходятся с экспериментальными данными. Так, для Р50 по расчетам $I_{р.ш} = 372000 \text{ см}^4$, по данным опытов * $I_{р.ш} = 2500 \text{ см}^4$.

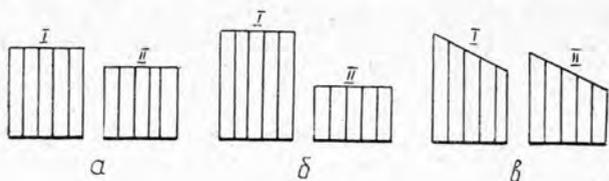


Рис. 1.

Таким образом, исходная предпосылка верна, а эпюра напряжений в рельсах имеет вид, показанный на рис. 1, в. Момент инерции решетки следует принимать равным сумме моментов инерции рельсов ($I_{р.ш} = 2I_p$), а влияние отдельных креплений учитывать введением реактивных моментов.

3. Рассмотрим наиболее неблагоприятный теоретический случай: сжимающие силы действуют только в одном рельсе, второй обладает возможностью свободного расширения. Эксцентриситет продольной силы в этом случае максимален.

Расчетная схема приведена на рис. 2, а. При продольно-поперечном изгибе рельса I он преодолевает сопротивление шпал поперечному сдвигу (интенсивностью q) и сопротивление рельса II деформации (интенсивностью q_1). Изгиб рельса II происходит под действием распределенных сил интенсивностью $q_2 = q_1$. По концам изогнутого участка введены из условия равновесия опорные реакции R_1 и R_2 .

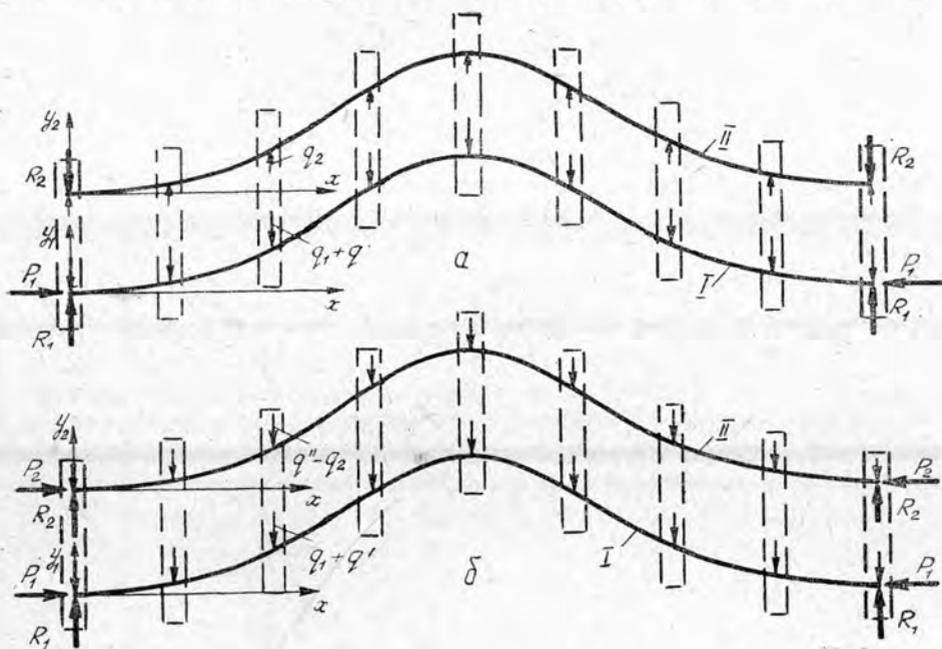


Рис. 2.

* Маркарян М. А. Жесткость рельсо-шпальной решетки.—Труды ВНИИЖТа, вып. 244. М., Трансжелдориздат, 1962.

Изгиб каждого рельса происходит относительно его оси симметрии, но в каждом поперечном сечении прогибы y_1 и y_2 одинаковы, так как рельсы связаны шпалами. Предположение $y_1 = y_2$ подтверждено экспериментально*.

4. Дифференциальные уравнения (без учета местных неровностей) для рельсов I и II имеют вид

$$EI_p y_1^{IV} = -P_1 y_1'' - q_1 - q + \frac{dm_1}{dx}; \quad (4)$$

$$EI_p y_2^{IV} = q_2 + \frac{dm_2}{dx}, \quad (5)$$

где m_1 и m_2 — реактивные моменты.

Чтобы получить дифференциальные уравнения продольно-поперечного изгиба рельсо-шпальной решетки, сложим эти уравнения, обозначая $y_1 = y_2 = y$, тогда

$$EI_{p.ш} y^{IV} = -P_1 y'' - q + \frac{dm}{dx}, \quad (6)$$

где $m = m_1 + m_2$.

Таким образом,

а) влияние не нагруженного продольными силами рельса сказывается в удвоении момента инерции;

б) критическое состояние пути наступит только после того, как сила P_1 достигнет критической величины для поперечного сечения с удвоенным моментом инерции;

в) влияние «температурного» эксцентриситета в данном случае проявляется в следующем:

устойчивость пути повысится, так как удваивается жесткость рельса;

для рассматриваемого случая повышение температуры от момента укладки до момента выброса будет в два раза больше, чем в случае действия продольных сил (одинаковых по величине) в обоих рельсах; напряженное состояние рельса I возрастет, а ограничение на прочность будет доминировать перед ограничением на устойчивость.

5. Рассмотрим теперь случай, когда продольные силы P_1 и P_2 действуют в обоих рельсах и $P_1 \neq P_2$.

Запишем дифференциальные уравнения для каждого рельса

$$EI_p y_1^{IV} = -P_1 y_1'' - q_1 - q' + \frac{dm_1}{dx} - P_1 y_{1z}''; \quad (7)$$

$$EI_p y_2^{IV} = -P_2 y_2'' + q_2 - q'' + \frac{dm_2}{dx} - P_2 y_{2z}''; \quad (8)$$

где q' и q'' — доля интенсивности реактивных сил (противодействующих поперечному сдвигу пути), действующих на рельсы I и II;

y_{1z} и y_{2z} — прогибы начальных неровностей рельсов I и II.

Сложим уравнения (7) и (8), имея в виду, что $y_1 = y_2 = y$; $q' + q'' = q$; $q_1 - q_2 = 0$; $m_1 + m_2 = m$; $2I_p = I_{p.ш}$.

$$EI_{p.ш} y^{IV} = -(P_1 + P_2) y'' - q + \frac{dm}{dx} - (P_1 + P_2) y_z'', \quad (9)$$

* Маркарьян М. А. Жесткость рельсо-шпальной решетки. — Труды ВНИИЖТ, вып. 244. М., Трансжелдориздат, 1962.

где y_z — средневзвешенный изгиб начальной неровности

$$y_z = \frac{P_1 y_{1z} + P_2 y_{2z}}{P_1 + P_2};$$

$P_1 + P_2 = P$ — суммарное продольное сжимающее температурное усилие.

Таким образом,

$$EI_{p,ш} y^{IV} = -Py'' - q + \frac{dm}{dx} - Py'_z. \quad (9a)$$

Следовательно, критическое состояние пути определяется не силами P_1 и P_2 в отдельности, не тем, равны или не равны они по величине, а только суммой этих сил.

6. Если устойчивость пути оценивается величиной приращения температуры после укладки, то это приращение определяем, сложив продольные силы,

$$P = P_1 + P_2 = E\alpha\omega_{p,ш} \left(t - \frac{t_{10} + t_{20}}{2} \right), \quad (10)$$

где $\omega_{p,ш} = 2\omega_p$ — площадь поперечного сечения рельсо-шпальной решетки;

$\frac{t_{10} + t_{20}}{2} = t_p$ — расчетная температура укладки;

$t - t_p$ — приращение температуры после укладки.

7. Пусть

$$t_{20} = t_{10} \pm \Delta t_0,$$

отсюда

$$t_p = t_{10} \pm \frac{\Delta t_0}{2}.$$

Таким образом, расчетную температуру укладки легко определить, если известна температура укладки рельсов I и II.

8. Выполненный анализ позволяет сделать следующие выводы:

а) разность температур укладки левого и правого рельса следует учитывать при разработке рекомендаций по применению длинных рельсов и бесстыкового пути;

б) при правильном определении расчетной температуры укладки различие между продольными силами не влияет на устойчивость пути;

в) для тех конструкций пути, которые не имеют большого запаса по прочности (при совместном действии поездной нагрузки и температурных сил) рассматриваемое обстоятельство может ограничить возможность применения длинных рельсов и бесстыкового пути.

Поступила 4 июня 1975 г.

УДК 634.0.323.4

К ВОПРОСУ О РАСКРЯЖЕВКЕ ХЛЫСТОВ ПАЧКАМИ

Д. К. ВОЕВОДА, С. К. ТЕСЛЮК

ЦНИИМЭ

Изложены результаты теоретических исследований по выбору типа режущего аппарата и формы поперечного сечения приемного устройства агрегата групповой раскряжевке хлыстов с целью получения беззажимного пиления. Приведены зависимости, которые могут быть использованы при проектировании приемного устройства.

Исследования технологии и организации работ на нижних лесных складах показывают, что при годовом грузообороте 500 тыс. м³ и более и комплексной переработке древесины экономически эффективны поточные линии с групповой обработкой древесины [1], [2].

Одна из трудоемких фаз — деление пачки хлыстов на пакеты сортиментов. Современный уровень развития техники позволяет применять различные способы деления.

Рассмотрим наиболее распространенные способы, основанные на делении древесины режущими инструментами. Площадь пачки хлыстов в поперечном сечении доходит до 4 м². При ее делении образуется много опилок. Наиболее просты и экономичны раскряжевочные агрегаты на базе дисковых и цепных пил.

В процессе раскряжевке пачки хлыстов возможно перемещение выпиленных сортиментов, что создает значительные усилия на режущий орган или вызывает перекрытие зоны пропила. Возможны зажимы режущего органа. Дисковый режущий орган, площадь которого в зоне пропила больше 1,75 м², по всей поверхности имеет многочисленные контакты с сортиментами, поэтому он чаще заклинивается. Раскряжевочный агрегат на базе цепной пилы наиболее полно удовлетворяет требованиям беззажимного пиления, так как ширина шины, по которой движется цепь, составляет 5—15 см (то есть площадь примерно равна 0,2 м²). Но даже при этой ширине пилы возможны ее зажимы в пропилах. Для ликвидации перемещения хлыстов в пачке при раскряжевке и исключения зажимов шины с цепью необходимо каждый хлыст в пачке расположить как можно устойчивее, чтобы силы, передающиеся от пильной цепи на хлысты, были возможно меньшими и не смогли бы вывести из состояния равновесия любой из них.

В настоящей статье определяется оптимальная форма поперечного сечения приемного устройства для пачки хлыстов, с целью ее раскряжевке без зажима режущего органа.

Нами установлено влияние скорости резания и длины пропила на силу резания при равной производительности пиления. При этом использованы экспериментальные данные [4], [6]. Задаваясь объемом стружки, снятым в 1 с ($q = 500$ см³/с), мы построили график зависимости усилия резания от скорости резания (рис. 1, а), а также от длины пропила (рис. 1, б, скорость резания $v = 12$ м/с, усилие надвигания 75 кгс, сосна, пильная цепь ПЦУ-20). Из графиков видно, что для уменьшения влияния силы резания, которая может вызывать перемещение хлыстов в пачке, при заданной производительности раскряжев-

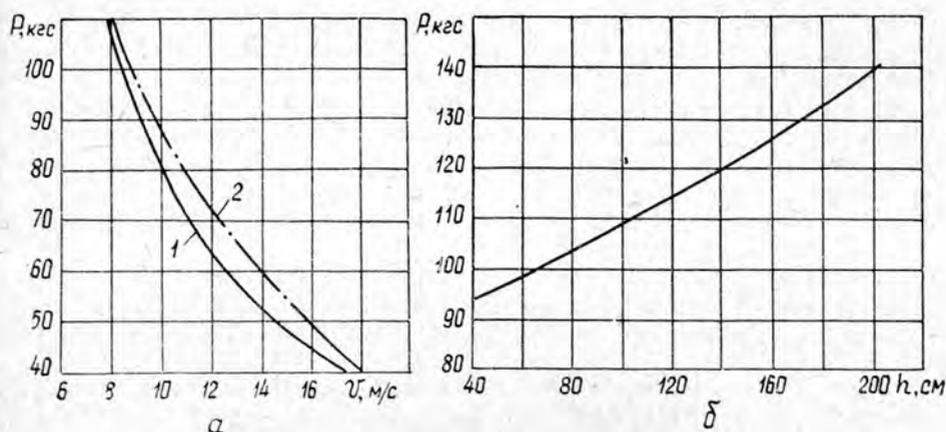


Рис. 1.

1 — ель; 2 — сосна.

ки, необходимо увеличивать скорость резания и уменьшить длину пропила.

Раскряжевка пачек хлыстов происходит в приемном устройстве. В поперечном сечении уложенная в него пачка представляет собой фигуру, обусловленную формой этого устройства, заполненную геометрическими телами, близкими к кругам различного диаметра.

Диаметр хлыстов намного меньше, чем размер поперечного сечения приемного устройства, поэтому в первом приближении пачку хлыстов можно рассматривать как сыпучее тело. Хлысты так же, как сыпучая среда, представляют собой механическую смесь твердых тел различной формы и величины, не связанных между собой. При этом допущении положительные результаты получены, например, Ю. М. Реутовым [7] при расчете усилий в обвязках пучков бревен, В. И. Игнатовым [3] при расчете давлений штабеля лесоматериалов на подпорные стенки и Б. Н. Красильниковым [5] при определении геометрических параметров бункера для групповой очистки деревьев от сучьев.

На рис. 2 показана схема сил, действующих на один хлыст p , где n — силы воздействия соседних хлыстов, нормальных к поверхности сортимента, t — силы трения, направленные по касательной к этой поверхности.

Пачка хлыстов находится в равновесии, если для каждого хлыста p равнодействующая всех сил n и t и их момент относительно любой точки равны нулю и если для всех точек соприкосновения удовлетворяется условие

$$t \leq nf, \quad (1)$$

где f — коэффициент трения между соприкасающимися хлыстами.

Если в процессе раскряжевки условие (1) не нарушается, то создаются лишь упругие деформации в

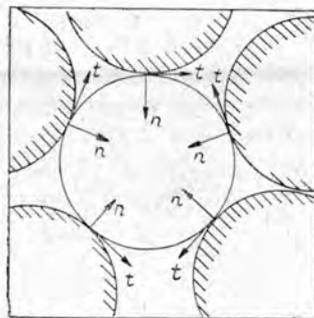


Рис. 2.

точках контакта хлыстов. Указанное условие нарушается при пластических деформациях, в результате которых происходят перемещения хлыстов и по поверхности хлыста p возникают новые точки контакта. При уменьшении напряжения в какой-то точке от σ' до σ новое расположение контактных точек остается неизменным и, следовательно, хлысты не могут возвратиться к своему начальному состоянию. Пачка становится пластически деформированной. Из условий расположения сортиментов в пачке следует, что чем больше n при одинаковой t , тем труднее вызвать пластическую деформацию, то есть перемещение хлыстов в пачке при ее раскрывке.

Применяя захватные устройства, имеющие механизмы для сжатия пачки, можно получить любые значения силы n . Однако захватные механизмы значительно усложняют конструкцию приемного устройства.

Рассмотрим наиболее приемлемые приемные устройства для пачек хлыстов (рис. 3): а) с жесткими стойками; б) с жесткими стойками, между концами которых натянута гибкая нить (стальной канат, цепь и т. д.).

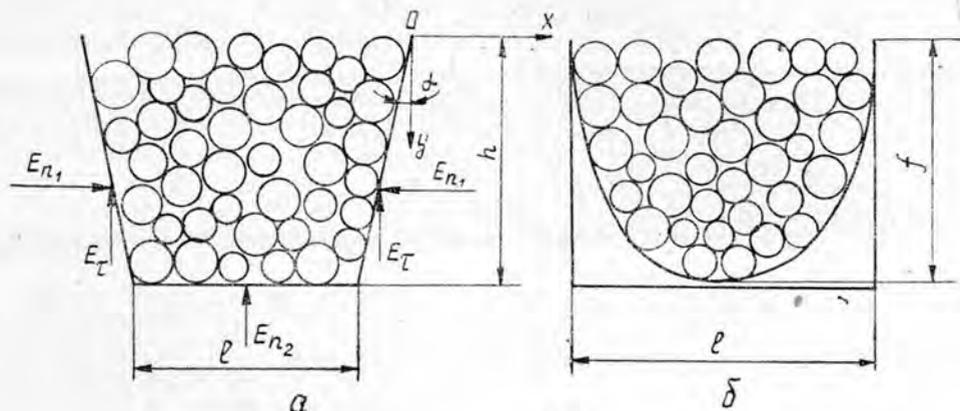


Рис. 3.

Для исследования устойчивости хлыстов в первом случае (рис. 3, а) воспользуемся теорией предельного равновесия [8]. Применимость этой теории для круглых лесоматериалов доказана В. И. Игнатовым [3]. Можно считать, что пачка хлыстов находится в предельно активном состоянии, и смещение хлыстов возможно только по линиям скольжения. Однако смещение по этим линиям произойти не может из-за жесткости стоек.

Решение системы уравнений теории предельного равновесия дает возможность определить напряжения в любой точке пачки и, анализируя их, принять такое приемное устройство, которое обеспечивает максимальную устойчивость хлыстов в пачке во время раскрывки.

На стойки приемного устройства действуют нормальные и касательные силы σ_n и τ_n ; последние направлены вверх и возникают вследствие оседания сортиментов.

Суммируя σ_n и τ_n , получим нормальную E_n и касательную E_τ равнодействующие

$$E_n = \iint_F \sigma_n dF; \quad E_\tau = \iint_F \tau_n dF$$

где $dF = Ldy$;

L — длина пачки хлыстов.

На основание приемного устройства действуют только нормальные силы, так как касательные очень малы (из-за отсутствия смещений вдоль основания по оси x). Тогда равнодействующая сила давления на основание

$$E_{n_2} = \int_F \sigma_n dF;$$

где $dF = Ldx$.

Давление на стойки и основание, в дальнейшем именуемое давлением по контуру приемного устройства, определяет устойчивость хлыстов в пачке. Равнодействующая давления ΣE по контуру

$$\Sigma E = 2E_{n_1} + E_{n_2}, \quad (2)$$

где $E_{n_2} = P - E_\tau$;

P — вес пачки хлыстов.

Во втором случае (рис. 3, б) применена эластиковая теория [9].

Объем эпюры давления ΣE по контуру гибкой нити определит давление в пачке

$$\Sigma E = \int_F \sigma dF,$$

где $dF = Lds$;

L — длина пачки хлыстов;

ds — элемент длины гибкой нити.

Для пачки с условной длиной, равной единице, и сбегом, равным нулю, по эластиковой теории получим

$$\Sigma E = 2\gamma V \sqrt{m^2 + 1} \int_0^f (f - y) \sqrt{\frac{\frac{1}{4} \left(\frac{\omega^2}{f^2} + mf^2 \right) - (1 - m) \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\omega^2}{f^2} + mf^2 \right) - 2mfy + my^2 \right]^2}{\frac{1}{4} \left(\frac{\omega^2}{f^2} + mf^2 \right) - \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\omega^2}{f^2} + mf^2 \right) - 2mfy + my^2 \right]^2}} dy, \quad (3)$$

где γ — объемный вес пачки хлыстов;

ω — площадь поперечного сечения пачки;

m — отношение интенсивности горизонтального и вертикального давления внутри пачки;

f — высота пачки в приемном устройстве.

Считая верхнюю поверхность пачки хлыстов горизонтальной (поскольку отдельные хлысты, выступающие из пачки, незначительно влияют на распределение напряжений внутри нее), мы определили давление по контуру приемного устройства для пачки хлыстов условной длины 1 м, имеющей, например, площадь поперечного сечения $\omega = 2,7 \text{ м}^2$ при различных значениях угла наклона стоек (рис. 3, а) и ширины устройства (рис. 3, а и б). Для расчетов приняты следующие данные: объемный вес пачки $\gamma = 500 \text{ кгс/м}^3$; угол внутреннего трения

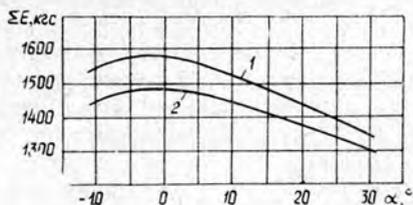


Рис. 4. Зависимость равнодействующей давления по контуру от угла наклона стоек.

1 — $\varphi = 30^\circ$; $\varphi_0 = 15^\circ$; 2 — $\varphi = 40^\circ$; $\varphi_0 = 20^\circ$.

хлыстов в пачке $\varphi = 30^\circ$; 40° ; угол трения хлыстов о стойки $\varphi_0 = 15^\circ$; 20° .

На рис. 4 приведены значения равнодействующей давления по контуру приемного устройства с жесткими стойками при различных углах наклона стоек α и ширине приемного устройства $l = 1,8$ м. Из графика следует, что равнодействующая давления по контуру максимальна при $\alpha = 0$.

Если жесткие стойки криволинейны, то их можно рассматривать как сумму большого числа отдельных прямолинейных участков. Суммарное давление по контуру у таких стоек меньше, чем у вертикальных прямолинейных стоек.

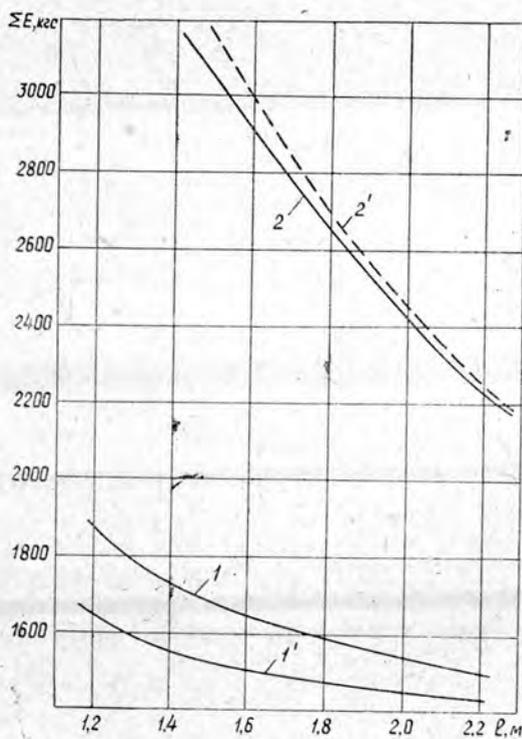


Рис. 5. Зависимость равнодействующей давления по контуру от ширины приемного устройства.

1 — приемное устройство с жесткими стойками; $\varphi = 30^\circ$; $\varphi_0 = 15^\circ$; 1' — то же; $\varphi = 40^\circ$; $\varphi_0 = 20^\circ$; 2 — приемное устройство с жесткими стойками, между которыми натянута гибкая нить; $\varphi = 30^\circ$; 2' — то же; $\varphi = 40^\circ$.

Находя величину равнодействующей давления по вертикальным стойкам и основанию по теории предельного равновесия [8] и подставляя значения в формулу (2), а также решая уравнение (3) на ЭВМ «М-222», мы определили равнодействующие давления по контуру

приемного устройства в зависимости от его ширины l . На рис. 5 приведены зависимости, из которых следует, что с уменьшением ширины приемного устройства при одной и той же площади поперечного сечения пачки давление по контуру увеличивается, причем у приемного устройства с гибкой нитью значительно больше.

Выводы

1. У приемного устройства с гибкой нитью достигается большее обжатие пачки хлыстов, лучше обеспечивается беззажимное пиление в сравнении с устройством, имеющим жесткие вертикальные стойки.

2. Ширину приемного устройства, с целью улучшения процесса беззажимного пиления, необходимо уменьшить до размеров, при которых технологически возможна загрузка пачки хлыстов без разобращения ее на части. При объеме пачки воза 20—25 м³ ширину приемного устройства в месте укладки комлей следует принимать 1,6—2,0 м.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воевода Д. К. Некоторые вопросы технологии и компоновки полуавтоматических и автоматических линий на лесных складах. — Труды ЦНИИМЭ, сб. 52. Химки, 1964. [2]. Воевода Д. К. Основные направления прогнозирования развития лесоскладских работ. — Труды ЦНИИМЭ, сб. 127. Химки, 1972. [3]. Игнатов В. И. Об определении давления штабеля на поверхность заданной формы. — Труды ЦНИИМЭ, сб. 91. Химки, 1968. [4]. Исследование и создание пыльного аппарата для групповой разделки стволов. Отчет ЦНИИМЭ по теме № 28 г/б, 1963. [5]. Красильников Б. Н. К обоснованию геометрических параметров бункера и профиля захватов тяговых цепей в бункерной установке для групповой обработки стволов. — Труды ЦНИИМЭ, сб. 79. Химки, 1967. [6]. Маклюков Л. М. Влияние породы древесины на основные показатели процесса резания пыльными цепями ПЦУ-10, 21. — Труды ЦНИИМЭ, сб. 129. Химки, 1973. [7]. Реутов Ю. М. Некоторые вопросы теории и расчета пучков бревен при формировании на суше. — Труды ЦНИИМЭ, сб. 127. Химки, 1968. [8]. Соколовский В. В. Статика сыпучей среды. М., Физматгиз, 1960. [9]. Хуберян К. М. Рациональные формы трубопроводов, резервуаров и напорных перекрытий. М., Госстройиздат, 1956.

Поступила 12 мая 1974 г.

УДК 634.0.31.004.67

ПУТИ РАЗВИТИЯ РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ*

А. А. КРУПАНИН

Ленинградская лесотехническая академия

Рассмотрены вопросы, связанные с повышением эффективности ремонтно-профилактического обслуживания лесозаготовительной техники, рекомендуется централизованное выполнение технических уходов и текущего ремонта на предприятиях, обслуживающих несколько леспромхозов.

В повышении работоспособности лесозаготовительной техники важнейшая роль принадлежит ремонтной службе.

Под ремонтной службой мы подразумеваем совокупность всех подразделений, участвующих в ремонтно-профилактическом обслуживании лесозаготовительной техники, ремонтных мастерских лесопунктов и

* Печатается в порядке постановки вопроса.

леспромхозов, ремонтно-механических заводов и отделов главного механика лесозаготовительных объединений и комбинатов.

Наличие значительного количества мелких плохо оснащенных ремонтных мастерских, каждая из которых выполняет большой объем по всей номенклатуре ремонтно-профилактических работ, делает невозможной индустриализацию методов ремонта и технического обслуживания, затрудняет внедрение научной организации труда и управления.

На кафедре эксплуатации и ремонта машин ЛТА проведены исследования по выбору путей повышения эффективности ремонтно-профилактического обслуживания техники в комбинате Ленлес.

Нами были рассмотрены основные пути совершенствования ремонтной базы комбината.

1-й базовый вариант: доведение основных технико-экономических показателей существующих ремонтных подразделений в лесопунктах до нормативных за счет достройки, реконструкции, переоснащения, укомплектования квалифицированными ремонтными кадрами.

2-й базовый вариант: концентрация и специализация ремонтных работ внутри леспромхоза путем постройки (или достройки) в ЛПХ одной ремонтно-механической мастерской.

3-й базовый вариант: концентрация и специализация ремонтной службы комбината за счет создания централизованных специализированных ремонтных подразделений, обслуживающих все леспромхозы (или группы).

Анализ структуры ремонтно-профилактических работ показал, что около 50% нормативной трудоемкости приходится на восстановительные работы, остальное — на слесарные, сборочно-разборочные и сварочные. Восстановительные работы тракторных агрегатов, требующие их полной разборки, целесообразно перенести в централизованную мастерскую комбината. Отечественный (сельхозтехника) и зарубежный опыт показывают возможность и целесообразность централизации ТУ-2. По каждому варианту были рассчитаны основные технико-экономические показатели. Расчет проведен на основании нормативов Гипролестранса. В качестве критерия при выборе оптимального варианта приняты полные затраты, являющиеся суммой приведенных и транспортных затрат.

Исследования показали, что наиболее эффективным направлением развития ремонтной базы комбината Ленлес является концентрация и специализация ремонтно-профилактических работ в масштабе всего комбината. Несмотря на увеличение транспортных затрат на 34 р., полные затраты для этого варианта наименьшие, за счет резкого снижения капитальных вложений и себестоимости. Его эффективность по сравнению с базовым вариантом составляет около 620 тыс. р.

В принятом нами варианте значительно повышается уровень концентрации и специализации ремонтно-профилактических работ. Все работы по капитальному ремонту машин и агрегатов передаются на ремонтные заводы комбината, работы по восстановлению и изготовлению деталей сосредоточиваются в одном из ремонтных предприятий комбината.

Сложный текущий ремонт и ТУ-2 передается из леспромхозов на кустовые ремонтные базы. Ремонтные мастерские выполняют несложный текущий ремонт (замену агрегатов и деталей, если при этом не требуется значительной разборки), ежедневные уходы и ТУ-1.

При специализации предприятий на выполнении стадии или отдельных видов ремонта очень важно наладить четкую, оперативную связь между ними, эффективную кооперацию. Этого можно достичь

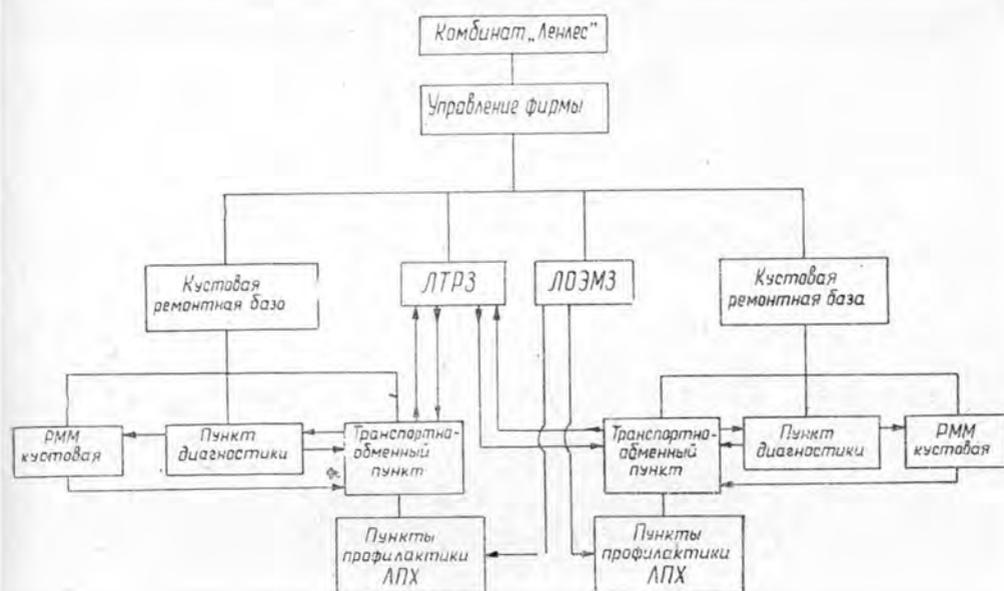


Рис. 1.

путем образования ремонтной фирмы, объединяющей все ремонтные предприятия, подразделения, службы в единое целое, под руководством главного механика комбината.

Организация ремонтной фирмы позволит углубить специализацию и концентрацию путем организации единых вспомогательных и ремонтных служб, улучшит организацию, планирование и управление ремонтной базы комбината. Предлагаемая структура ремонтной фирмы комбината Ленлес показана на рис. 1.

Мы считаем, что организация фирмы должна предусматривать два этапа. Первый — объединение центральных ремонтных предприятий в фирму типа треста при сохранении их юридической самостоятельности. На этом этапе осуществляются основные мероприятия по специализации и концентрации производства.

На втором этапе в фирму входят ремонтные мастерские леспрохозов. Все предприятия фирмы теряют юридическую самостоятельность и становятся цехами (участками) ремонтной фирмы, которая приобретает характер единого предприятия.

Концентрация всех ремонтно-профилактических работ в рамках одного крупного специализированного предприятия позволит перевести их на индустриальную основу, повысить технический и организационный уровень ремонтного производства.

При организации ремонтных фирм нельзя исходить из волевых методов. Необходимо решить много сложных вопросов: технических, организационных, экономических. Необходимо научно обосновать принятые решения.

Для комбината Ленлес обоснована рекомендуемая структура ремонтной фирмы. С 1974 г. проводится работа по определению оптимального вида внутрифирменной специализации и расчету основных параметров и технико-экономических производственных подразделений по построению рациональной производственной и управленческой структуры. На основе этих разработок можно осуществить первый этап организации фирмы и выдать техническое задание на проектирование

специализированных централизованных подразделений (цехов, кустовых баз).

Для успешного функционирования ремонтной фирмы необходимо изучить юридические, правовые аспекты ее организации в условиях лесной промышленности.

Для организации ремонтных фирм в других лесозаготовительных объединениях необходима разработка типовых руководящих материалов и типового положения. Необходимо экспериментальная проверка и отработка выдвинутых рекомендаций.

Поступила 6 мая 1975 г.

УДК 621.311.4

РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК

И. Б. ПОТАПОВСКИЙ, А. К. ГОРОХОВСКИЙ

Уральский лесотехнический институт

Рассматривается регулятор, реагирующий на величину коэффициента мощности и направление реактивной мощности, который может быть использован в составе автоматических систем компенсации реактивной мощности в электрических сетях лесопромышленных предприятий.

На электрических подстанциях лесопромышленных предприятий в целях повышения коэффициента мощности применяются автоматически управляемые батареи статических конденсаторов. Для автоматического регулирования мощности конденсаторных установок, как правило, используются регуляторы типа АРКОН, выпускаемые Рижским опытным заводом «Латвэнерго», которые формируют команды управления в функции тока в нагрузке с коррекцией по напряжению или в функции напряжения с коррекцией по току, и регуляторы типа eBR производства ГДР, реагирующие на величину реактивного тока.

Исследования, проведенные на кафедре автоматизации производственных процессов Уральского лесотехнического института, показали, что применение названных регуляторов в лесной промышленности нецелесообразно, так как они не способствуют заметному повышению коэффициента мощности. Поскольку лесопромышленные предприятия относятся к разряду предприятий с резкопеременной нагрузкой, для них наиболее приемлемы регуляторы, обеспечивающие управление конденсаторными батареями непосредственно по величине коэффициента мощности.

Регуляторы, формирующие команды управления в функции коэффициента мощности, не выпускаются ни отечественной, ни зарубежной промышленностью, поэтому на кафедре был разработан регулятор, реагирующий на величину коэффициента мощности и направление реактивной мощности. Он имеет релейную характеристику, в результате чего на его выходах формируются команды на включение или отключение секций конденсаторных батарей лишь в том случае, когда величина коэффициента мощности становится меньше заданной. Характер команд зависит от направления реактивной мощности.

Предлагаемый регулятор, принципиальная схема которого представлена на рис. 1, состоит из двух трансформаторов (Tr_1 и Tr_2), блока усилителей (БУ), блока выпрямителей (ВВ) и двух выходных реле (P_1 и P_2).

В качестве датчика коэффициента мощности используется схема двухполупериодного балансного фазочувствительного выпрямителя, подробно рассмотренная ранее*. Для реализации этой схемы первичная обмотка трансформатора Tr_1 при помощи стандартного трансформатора тока включается в разрыв фазы, а первичная обмотка трансформатора Tr_2 — между этой же фазой и нулевой шиной.

Напряжения, индуцируемые в обмотках 3—4 и 5—6 трансформатора Tr_1 , равны по величине, пропорциональны току, протекающему через первичную обмотку, и отстают от этого тока по фазе на 90° .

Напряжения на зажимах обмоток 16—17 и 18—19 равны по величине и сдвинуты относительно напряжения фазы на 180° .

Вторичные обмотки трансформатора Tr_1 (обмотки 3—4 и 5—6) соединяются с обмотками 16—17 и 18—19 трансформатора Tr_2 . При этом обмотки 3—4 и 16—17 включаются последовательно, а обмотки 5—6 и 18—19 — встречно. В результате такого включения обмоток, напряжения, подводимые к входам 1—2 и 8—9 блока усилителей, изображенного на рис. 2, будут соответственно равны

$$U_{1-2} = \sqrt{U_{3-4}^2 + U_{16-17}^2 + 2U_{3-4}U_{16-17}\sin\varphi}; \quad (1)$$

$$U_{8-9} = \sqrt{U_{5-6}^2 + U_{18-19}^2 - 2U_{5-6}U_{18-19}\sin\varphi}, \quad (2)$$

где U_{1-2} , U_{8-9} — напряжения, подводимые к входам 1—2 и 8—9 блока усилителей;

U_{3-4} , U_{5-6} — напряжения, снимаемые со вторичных обмоток трансформатора Tr_1 ;

U_{16-17} , U_{18-19} — напряжения, снимаемые с обмоток 16—17 и 18—19 трансформатора Tr_2 ;

φ — угол фазового сдвига между током и напряжением сети.

Поскольку $U_{3-4} = U_{5-6}$ и $U_{16-17} = U_{18-19}$, мы вправе записать

$$U_{3-4} = U_{5-6} = U_1;$$

$$U_{16-17} = U_{18-19} = U_2.$$

Отсюда

$$U_{1-2} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + 2U_1U_2\sin\varphi}; \quad (3)$$

$$U_{8-9} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 - 2U_1U_2\sin\varphi}. \quad (4)$$

Балансная фазочувствительная схема измерения коэффициента мощности расположена в блоке усилителей и состоит из двух двухполупериодных выпрямителей мостового типа (диоды $D_3 \div D_6$ и $D_7 \div D_{10}$), резисторов R_{17} и R_{18} и конденсаторов C_1 и C_2 .

В рассматриваемой схеме переменный резистор R_{18} используется в качестве элемента сравнения двух напряжений постоянного тока, резистор R_{17} включен для ограничения величины выпрямленного тока, а конденсаторы C_1 и C_2 служат для сглаживания пульсаций формируемого напряжения.

* Потаповский И. Б., Ковылов Б. В. Схема измерения коэффициента мощности. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1974, № 1.

Под действием напряжений, описываемых уравнениями (3) и (4), через резистор R_{18} будут протекать навстречу друг другу токи, предварительно выпрямленные при помощи мостовых выпрямителей. Для случая установки движка переменного резистора R_{18} в среднее положение, падение напряжения на этом резисторе (сигнал рассогласования) будет равно

$$\Delta U = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{R_{18}}{2R_{17} + R_{18}} \left(\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + 2U_1 U_2 \sin \varphi} - \sqrt{U_1^2 + U_2^2 - 2U_1 U_2 \sin \varphi} \right). \quad (5)$$

При проектировании схемы была поставлена задача выполнения условия $U_1 \gg U_2$ во всем диапазоне изменения тока в нагрузке сети. Поэтому уравнение (5) может быть записано в следующем виде:

$$\Delta U = \frac{4\sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{R_{18}}{2R_{17} + R_{18}} U_2 \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}. \quad (6)$$

Поскольку колебания напряжения на шинах подстанции по сравнению с колебаниями тока в нагрузке ничтожно малы, то мы ими можем пренебречь и представить уравнение (6) как

$$\Delta U = k \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}, \quad (7)$$

где $k = \frac{4\sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{R_{18}}{2R_{17} + R_{18}} U_2 = \text{const.}$

Из уравнения (7) видно, что на выходе балансного фазочувствительного выпрямителя формируется постоянное напряжение, величина которого зависит только от коэффициента мощности, а его полярность определяется знаком угла фазового сдвига, то есть направлением реактивной мощности.

Недостаток фазочувствительного выпрямителя, формирующего напряжение постоянного тока в функции коэффициента мощности, заключается в его низкой чувствительности. Поэтому в рассматриваемой схеме используется интегральный микромодуль типа 1УТ401А, работающий в режиме усиления постоянного тока.

Для определения знака угла фазового сдвига применен дискриминатор полярности, который выполнен на диодах D_1 и D_2 . В зависимости от полярности сигнала, формируемого усилителем, открывается только один из этих диодов, в результате чего напряжение подается лишь на вход одного из пороговых элементов, настройка которых определяет чувствительность устройства.

Пороговые элементы выполнены на транзисторах T_2 , T_3 и T_5 , T_6 по типовой схеме несимметричного триггера с эмиттерной связью. В целях повышения их входного сопротивления, что необходимо для исключения шунтирования выходного сопротивления усилителя, используются эмиттерные повторители, собранные на транзисторах T_1 и T_4 .

Порог срабатывания триггера, формирующего команду на отключение конденсаторных батарей, неизменен и задается в процессе настройки прибора. Порог срабатывания триггера, формирующего команду на включение конденсаторов, может регулироваться в процессе эксплуатации устройства при помощи переменного резистора R_{10} .

Для согласования пороговых элементов с выходными реле в схеме применены усилители мощности, выполненные на транзисторах T_7 , T_8 и T_9 , T_{10} . Каждый усилитель мощности состоит из эмиттерного повторителя и выходного каскада.

Эмиттерные повторители выполняют функции усилителя тока и согласуют высокоомные выходы несимметричных триггеров с низкоомными входами выходных каскадов.

Нагрузкой каждого выходного каскада является реле типа МКУ-48.

Напряжения, необходимые для питания блока усилителей, формируются блоком выпрямителей. Для исключения зависимости чувствительности регулятора от колебаний напряжения сети напряжения $-6,3В$, $+6,3В$ и $-12В$, используемые для питания усилителя постоянного тока и пороговых элементов, стабилизированы. Напряжения $-24В$ и $+3В$, обеспечивающие работу усилителей мощности, не стабилизируются.

При емкостном характере нагрузки сети регулятор имеет неизменную чувствительность по коэффициенту мощности, равную 0,995. При индуктивном характере нагрузки сети чувствительность прибора может устанавливаться во время эксплуатации в пределах $0,9 \div 0,99$. При этом двадцатикратные изменения тока в нагрузке не оказывают влияния на чувствительность устройства.

Рассматриваемый регулятор имеет блочную конструкцию. Блок усилителей ($БУ$) и блок выпрямителей ($БВ$) выполнены на отдельных съемных платах. Это значительно повышает технологичность и ремонтоспособность схемы. Внешние электрические соединения со схемой прибора осуществляются при помощи разъема.

Регулятор испытывали в составе автоматической системы компенсации реактивной мощности на подстанции нижнего склада Талицкого ЛПХ объединения «Свердлес». В процессе испытаний было выявлено, что применение регуляторов подобного типа позволяет обеспечить средневзвешенное значение коэффициента мощности в электрических сетях лесопромышленных предприятий не менее $0,92 \div 0,95$.

Поступила 3 января 1975 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.933.6

К РАСЧЕТУ СТАНИН ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ
НА ЖЕСТКОСТЬ

А. А. САННИКОВ

Уральский лесотехнический институт

Показано, что критерием жесткости станин лесопильных рам могут быть низшие частоты их собственных горизонтальных колебаний. Приведены экспериментальные частоты, даны нижние пределы частот собственных колебаний при проектировании лесорам. Указаны методы расчетного и экспериментального на стендах определения частот собственных колебаний.

Станины лесопильных рам нередко имеют интенсивные горизонтальные колебания, амплитуды которых на уровне подающих валцов достигают 1000—1500 мк и более [2]. Параметры колебаний зависят от размеров фундамента, свойств грунтового основания и в значительной степени от жесткости станин, характеризующейся низшими частотами их собственных горизонтальных колебаний [3].

По методике, изложенной в работе [3], автором экспериментально определены частоты собственных горизонтальных колебаний станин ряда лесопильных рам в параллельном OX и перпендикулярном OY направлениях подачи бревна (табл. 1).

Таблица 1

Марка лесорамы	Низшие частоты собственных колебаний станины, Гц, в направлении			
	OX		OY	
	Пределы	Среднеарифметические значения	Пределы	Среднеарифметические значения
РД75-2	11,4—14,8	13	7,0—9,5	8,8
РД75-6	10,6—13,6	12	6,0—6,9	6,5
РД75-7	14,6—16,2	15,3	6,75—9,1	8,0
РД50-3	13,4—16,2	14,8	—	—
ОТ50-30	—	11,6	—	6,2

Низшие частоты в направлении подачи бревна равны 10—16 Гц, в перпендикулярном направлении — 6—9 Гц, среднее значение декремента затухания 0,3. Частоты собственных колебаний станин в направлении подачи близки к удвоенной частоте возмущающей силы (10—11 Гц), в перпендикулярном направлении — к частоте возмущающей силы (5—5,5 Гц).

Для предотвращения чрезмерных колебаний станин необходимо исключить возможность совпадения частот собственных колебаний станин с частотами возмущающей силы за счет назначения соответствующих параметров фундаментов [2] и рационального выбора жесткости станин.

Вынужденные колебания станин в направлении OX имеют частоты, равные или вдвое большие рабочих скоростей коленчатого вала лесорам, а в направлении OY — равные рабочим скоростям [3], поэтому частота собственных колебаний станин в направлении OX должна не менее чем на 30% превышать удвоенную рабочую скорость вращения коленчатого вала, а в направлении OY — на 30% превышать рабочую скорость вращения вала.

Из-за разброса частот собственных колебаний станин лесорам одной и той же марки в пределах $\pm (10 \div 20)\%$ от среднего арифметического значения расчетные частоты в направлении OY должны превышать скорость вращения коленчатого вала не менее чем в 1,5 раза, а в направлении OX — в 2 раза.

Низшие частоты собственных горизонтальных колебаний станин можно определять экспериментально или путем расчета.

При экспериментальном определении на стенде колебания возбуждают ударом или оттяжкой станины с последующим разрывом связи. Запись колебаний осуществляют при помощи двух-трех горизонтальных вибродатчиков, устанавливаемых на фундаментную плиту, на станину на уровне подающих вальцов и на верхнюю поперечную связь станины.

Ориентировочно низшие частоты можно определить по статическим деформациям станины на уровне центра тяжести лесорамы δ_c (без коленчатого вала и фундаментной плиты) и на уровне фундаментной плиты δ_ϕ . Статическое нагружение может осуществляться тросиком с винтовой стяжкой. Силу измеряют динамометром, смещения — микронными индикаторами. Частоту собственных колебаний станины можно определить по формуле

$$\lambda \approx \sqrt{\frac{PhH}{(\Theta + mH^2)(\delta_c - \delta_\phi)}} \frac{1}{c}, \quad (1)$$

где P — горизонтальная составляющая силы нагружения;
 h — расстояние точки приложения силы P от оси коленчатого вала;
 H — расстояние от оси коленчатого вала до центра тяжести лесорамы;
 m и Θ — масса и момент инерции лесорамы относительно собственного центра тяжести (без коленчатого вала и фундаментной плиты).

Сопоставление нескольких методов расчетного определения низших частот собственных горизонтальных колебаний станин, в том числе с учетом и без учета упругой податливости стыков [3], с экспериментальными определениями позволяет для практических целей рекомендовать следующую методику приближенного вычисления частот.

Расчетную схему станины принимают в виде плоской однопролетной двухэтажной рамы с распределенными и сосредоточенными массами. Плоскость рамы перпендикулярна направлению подачи бревна. Распределенные массы станины заменяются системой сосредоточенных масс.

Низшие частоты собственных колебаний в обоих направлениях определяют по формуле Донкерли

$$\lambda_{\psi_2} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n m_i \delta_{ii}}}, \quad (2)$$

где каждая из масс m_i умножается на коэффициент податливости системы δ_{ii} , соответствующий точке закрепления массы [1].

Податливость станины в точках сосредоточения масс можно определить по известным правилам строительной механики, например по формуле Мора [1]

$$\delta_{ii} = \sum \int \frac{M^2}{EI} dl + \sum \int \frac{N^2}{EF} dl + \sum \int \frac{\chi Q^2}{GF} dl, \quad (3)$$

где M, N и Q — соответственно изгибающий момент, осевое и поперечное усилия в стержнях системы от единичной силы, приложенной в точке сосредоточения массы;

dl — приращение длины элемента станины, по которому ведется интегрирование;

EI, EF, GF — изгибная, продольная и поперечная жесткости сечений стержней;

χ — коэффициент, учитывающий неравномерность распределения касательных напряжений по высоте сечений элемента станины.

Для корытообразных сечений, которые имеют место в станинах лесорам, $\chi = 2,0 \div 2,5$.

Интегрирование ведется по длине одного стержня, суммирование распространяется на все элементы станины.

ЛИТЕРАТУРА

Ш. Пономарев С. Д., Бидерман В. Л. и др. Расчеты на прочность в машиностроении. М., Машгиз, 1959. [2]. Санников А. А. Вибрация зданий и фундаментов лесорам. «Лесная промышленность», 1966. [3]. Санников А. А. Колебания станин лесопильных рам. — Труды Уральского лесотехнического института, вып. XXV. Свердловск, 1972.

Поступила 11 марта 1974 г.

УДК 634.0.363.7

КОЛЕБАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИ НЕУРАВНОВЕШЕННОГО НОЖЕВОГО ДИСКА РУБИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Г. Д. БЛЮМИН, Т. П. СТУКОВА

МВТУ им. Баумана, Архангельский лесотехнический институт

Рассмотрено влияние гироскопических эффектов на работу рубительной машины. Получены формулы, позволяющие оценить влияние этих эффектов и назначить допуск на динамическую балансировку ножевого диска, обеспечивающий необходимое качество работы машины.

В статье рассматривается влияние гироскопических эффектов на работу рубительной машины. Из-за упругой податливости вала ножевой диск колеблется вокруг поперечной оси, вследствие чего возможно нарушение нормальной работы машины. Как оказалось, на характер этих колебаний, возбуждаемых обычно несбалансированностью диска или внешней возмущающей силой, существенно влияют гироскопические эффекты. Получены формулы, позволяющие оценить влияние этих эффектов и назначить допуск на балансировку ротора, обеспечивающий хорошую работу машины.

Расчетная схема рубительной машины приведена на рис. 1. Она состоит из вращающегося вала, на котором закреплен симметричный диск.

Составим дифференциальные уравнения движения системы, пренебрегая поступательным перемещением диска и полагая, что:

а) центр тяжести диска и вала находится на оси динамической симметрии и совпадает с началом осей координат O (рис. 2);

б) упругая податливость всей системы сосредоточена в вале, так что упруго можно рассматривать абсолютно жесткий диск с гибким валом.

Введем неподвижные координатные оси x_1, y_1, z_1 и подвижные $1, 2, 3$, являющиеся главными осями инерции диска. Поперечные оси 1 и 2 лежат в плоскости диска (экваториальная плоскость); ось

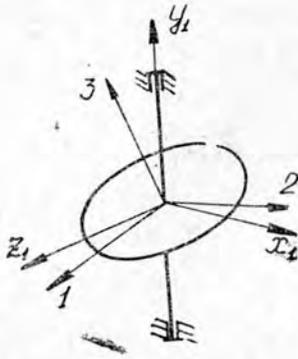


Рис. 1.

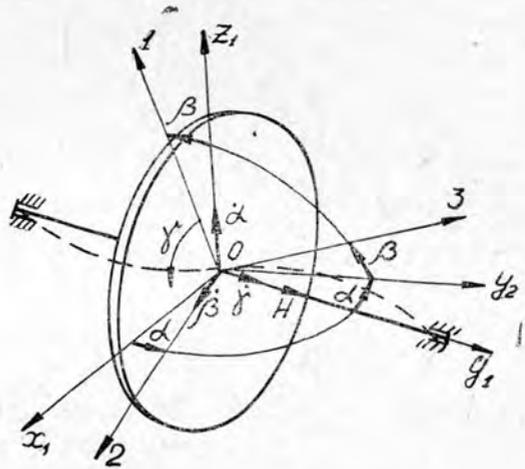


Рис. 2.

3 является осью динамической симметрии диска. В начальный момент времени оси 1, 2, 3 совмещены с осями x_1, y_1, z_1 .

При работе рубительной машины вал может изогнуться и занять положение, показанное на рис. 2 пунктиром; в этом случае оси 1, 2, 3 изменят свое положение в пространстве по отношению к осям x_1, y_1, z_1 . Ориентация главных осей инерции диска в общем случае определяется тремя углами α, β, γ . Углы α и β обусловлены изгибом оси вала, угол γ определяет поворот диска вокруг оси 3. Чтобы не перегружать рис. 2, мы изобразили оси 1, 2, 3 в том положении, которое они занимают до их поворота на угол γ . В этом положении их можно назвать осями Резаля.

Воспользуемся динамическими уравнениями Эйлера [2]

$$\begin{aligned} I_1 \dot{\omega}_1 + (I_3 - I_2) \omega_2 \cdot \omega_3 &= M_1; \\ I_2 \dot{\omega}_2 + (I_1 - I_3) \omega_3 \cdot \omega_1 &= M_2; \\ I_3 \dot{\omega}_3 + (I_2 - I_1) \omega_1 \cdot \omega_2 &= M_3, \end{aligned} \quad (1)$$

где I_1, I_2, I_3 — главные моменты инерции диска;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3$ — проекции мгновенной угловой скорости $\bar{\omega}$ диска на подвижные оси 1, 2, 3;

M_1 и M_2 — моменты действующих на диск сил упругости вала относительно осей 1 и 2;

M_3 — главный момент внешних сил относительно оси 3.

Диск предполагается симметричным: $I_1 = I_2$. Обозначим

$$I_1 = I_2 = A; \quad I_3 = C.$$

Проекции мгновенной угловой скорости выразим через углы α, β, γ [1]

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \dot{\alpha} \cos \beta \cdot \cos \gamma + \dot{\beta} \cdot \sin \gamma; \\ \omega_2 &= -\dot{\alpha} \cos \beta \cdot \sin \gamma + \dot{\beta} \cdot \cos \gamma; \\ \omega_3 &= \dot{\gamma} + \dot{\alpha} \cdot \sin \beta. \end{aligned} \quad (2)$$

Чтобы учесть динамическую неуравновешенность диска, выражающуюся в отклонении главной оси инерции диска 3 от конструктивно

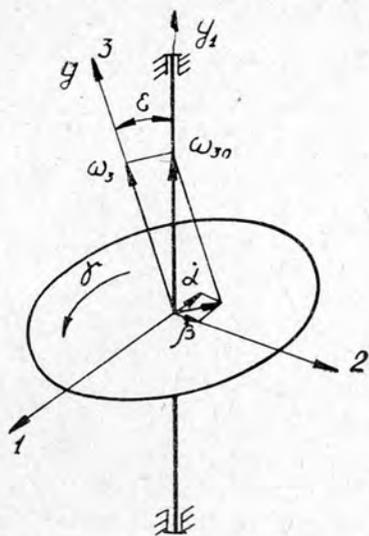


Рис. 3.

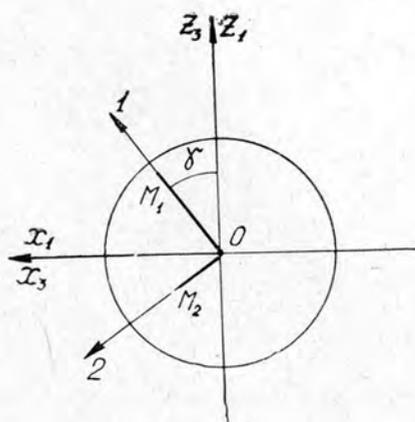


Рис. 4.

заданной оси подшипников y_1 на малый угол ε , достаточно в уравнениях (2) $\dot{\alpha}$ увеличить на $\omega_{30} \cdot \varepsilon \cdot \cos \gamma$, а $\dot{\beta}$ — на $\omega_{30} \cdot \varepsilon \cdot \sin \gamma$ (рис. 3), отсюда

$$\begin{aligned} \omega_1 &= (\dot{\alpha} + \omega_{30} \cdot \varepsilon \cos \gamma) \cos \beta \cdot \cos \gamma + (\dot{\beta} + \omega_{30} \varepsilon \sin \gamma) \sin \gamma; \\ \omega_2 &= -(\dot{\alpha} + \omega_{30} \cdot \varepsilon \cos \gamma) \sin \gamma \cdot \cos \beta + (\dot{\beta} + \omega_{30} \varepsilon \sin \gamma) \cos \gamma; \\ \omega_3 &= \dot{\gamma} + (\dot{\alpha} + \varepsilon \omega_{30} \cos \gamma) \sin \beta. \end{aligned} \quad (3)$$

(При получении выражений (3) мы приняли, что отклонение оси 3 на угол ε произошло вокруг оси 2.)

Учитывая, что углы α и β малы, и пренебрегая малыми второго порядка относительно этих углов и их производных, получим

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \dot{\alpha} \cos \gamma + \omega_{30} \varepsilon + \dot{\beta} \sin \gamma; \\ \omega_2 &= -\dot{\alpha} \sin \gamma + \dot{\beta} \cos \gamma; \\ \omega_3 &= \dot{\gamma}. \end{aligned} \quad (4)$$

Подставив первые производные от ω_1 и ω_2 в уравнения (1) и учитывая, что $I_1 = I_2 = 0$, получим

$$\begin{aligned} A\ddot{\alpha} \cos \gamma + A\ddot{\beta} \sin \gamma - C\dot{\alpha}\dot{\gamma} \sin \gamma + C\dot{\beta}\dot{\gamma} \cos \gamma &= M_1; \\ -A\ddot{\alpha} \sin \gamma + A\ddot{\beta} \cos \gamma + \varepsilon\dot{\gamma}^2(A - C) - C\dot{\alpha}\dot{\gamma} \cos \gamma - C\dot{\beta}\dot{\gamma} \sin \gamma &= M_2; \\ C\ddot{\gamma} &= M_3. \end{aligned} \quad (5)$$

Рассмотрим установившийся режим, когда момент активных сил, приводящих в движение ротор, уравновешивается моментом сил сопротивления. Тогда $M_3 = 0$ и из последнего уравнения системы (5) следует $\dot{\gamma} = \text{const} = \omega_{30}$.

Обозначив кинетический момент ротора $C\omega_{30}$ буквой H , после несложных преобразований получаем

$$\begin{aligned} A\ddot{\beta} - H\dot{\alpha} + (A - C)\varepsilon \cdot \omega_{30}^2 \cdot \cos \omega_{30} t &= M_1 \sin \gamma + M_2 \cdot \cos \gamma; \\ A\ddot{\alpha} + H\dot{\beta} - (A - C)\varepsilon \cdot \omega_{30}^2 \cdot \sin \omega_{30} t &= M_1 \cos \gamma - M_2 \cdot \sin \gamma. \end{aligned} \quad (6)$$

Правые части уравнений (6) представляют собой моменты приложенных к диску сил относительно осей Резаля (на рис. 4 — оси x_3, z_3).

Обозначим

$$\begin{aligned} M_1 \sin \gamma + M_2 \cos \gamma &= M_1^*, \\ M_1 \cos \gamma - M_2 \sin \gamma &= M_2^*. \end{aligned}$$

Моменты M_1^* и M_2^* относительно осей Резаля создаются упругими силами деформированного вала; естественно считать их пропорциональными углам α и β , характеризующим эту деформацию.

Следовательно

$$\begin{aligned} M_1^* &= -c\beta; \\ M_2^* &= -c\alpha, \end{aligned} \quad (7)$$

где c — жесткость вала на изгиб.

С учетом (7) равенства (6) принимают вид

$$\begin{aligned} A\ddot{\beta} - H\dot{\alpha} + c\beta &= -(A - C)\varepsilon \omega_{30}^2 \cdot \cos \omega_{30} t; \\ A\ddot{\alpha} + H\dot{\beta} + c\alpha &= (A - C)\varepsilon \omega_{30}^2 \cdot \sin \omega_{30} t. \end{aligned} \quad (8)$$

Уравнения (8) описывают малые колебания динамически неуравновешенного ротора с гибким валом.

Важно отметить, что благодаря гироскопическим членам $H\dot{\alpha}$ и $H\dot{\beta}$ углы α и β оказываются связанными; если бы мы не учитывали гироскопические члены, то есть пренебрегли собственным кинетическим моментом H ротора (положив $H = 0$), то получили бы два самостоятельных уравнения относительно функций $\alpha(t)$ и $\beta(t)$. Заметим также, что динамическая неуравновешенность выступает в уравнениях (8) в роли внешнего возмущающего момента (члены с величиной ε , стоящие в правых частях уравнений).

Рассмотрим в отдельности собственные и вынужденные колебания системы.

1. Собственные колебания ($\varepsilon = 0$). В этом случае уравнения (8) становятся однородными

$$\begin{aligned} A\ddot{\beta} - H\dot{\alpha} + c\beta &= 0; \\ A\ddot{\alpha} + H\dot{\beta} + c\alpha &= 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Для того чтобы система уравнений (9) имела отличные от нуля решения, характеристический определитель системы должен быть равен нулю, то есть

$$\begin{vmatrix} A\lambda^2 + c & -H\lambda \\ H\lambda & A\lambda^2 + c \end{vmatrix} = 0$$

или

$$\lambda^4 + p\lambda^2 + q = 0, \quad (10)$$

$$\text{где } p = \frac{2Ac + H^2}{A^2}; \quad q = \frac{c^2}{A^2}.$$

Уравнение (10) имеет два действительных отрицательных корня

$$\lambda_{1,2}^2 = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}.$$

или

$$\lambda_{1,2}^2 = -\frac{2Ac + H^2}{2A^2} \pm \sqrt{\left(\frac{2Ac + H^2}{2A^2}\right)^2 - \frac{c^2}{A^2}}, \quad (11)$$

которые соответствуют двум значениям частот собственных колебаний

$$\omega_1 = \sqrt{|\lambda_1^2|}; \quad \omega_2 = \sqrt{|\lambda_2^2|}.$$

Вводя обозначения $\rho^2 = \frac{c}{A}$, $n = \frac{H}{A}$, запишем выражение (11) в виде

$$\lambda_{1,2}^2 = -(\rho^2 + n^2) \pm \sqrt{n^2 \rho^2 + \frac{1}{4} n^4}. \quad (12)$$

Величины ρ и n имеют определенный физический смысл: ρ представляет собой частоту упругих колебаний невращающегося ротора, n — частоту нутационных колебаний, которые совершал бы диск, если бы $c = 0$ (то есть если подвесить его в центре тяжести подобно свободному гироскопу). Действительно, в первом случае (при $\omega_{30} = 0$) уравнения (9) принимают вид

$$A\ddot{\beta} + c\beta = 0; \quad A\ddot{\alpha} + c\alpha = 0$$

и каждое из них определяет одну и ту же частоту колебаний ротора, равную $\sqrt{\frac{c}{A}}$.

Во втором случае (при $c = 0$) имеем обычные уравнения малых колебаний гироскопа, и, как нетрудно убедиться, частота этих колебаний равна H/A .

Формула (12) свидетельствует о том, что в действительности имеются одновременно обе частоты; одна из них обязательно больше ρ ,



Рис. 5.

другая меньше; это видно из рис. 5, который показывает зависимость частот ω_1 и ω_2 от жесткости вала c и угловой скорости ω_{30} . При построении графиков на рис. 5 принято: $c_1 = 7,8 \cdot 10^6$ кг·см; $c_2 = 1,18 \cdot 10^8$ кг·см; $A = 1421$ кг·см·с².

II. Вынужденные колебания ($\varepsilon \neq 0$). Частные решения системы линейных неоднородных уравнений (8) ищем в виде

$$\beta = -R_\beta \cdot \cos \omega_{30} t; \quad \alpha = R_\alpha \cdot \sin \omega_{30} t, \quad (13)$$

где R_α, R_β — амплитуды вынужденных колебаний (максимальные углы поворотов диска вокруг осей x_3 и z_3).

Путем подстановки этих функций в уравнения (8) находим

$$R_\beta = \frac{\varepsilon \omega_{30}^2 (A - C) \cdot (H \omega_{30} + A \omega_{30}^2 - c)}{(A \omega_{30}^2 - c) \cdot (A \omega_{30}^2 - c) - H^2 \omega_{30}^2}; \quad R_\alpha = -R_\beta. \quad (14)$$

Формулы (14) позволяют назначать допуск на динамическую неуравновешенность ε в зависимости от допустимой деформации вала.

Пример

Для рубительной машины МРГ-40 необходимо определить:

- 1) критические частоты;
- 2) допустимую динамическую неуравновешенность диска;
- 3) гироскопические реакции подшипников, вызванные динамической неуравновешенностью диска.

Дано:

$$A = B = 4780,5 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot \text{с}^2;$$

$$C = 2A = 9561 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot \text{с}^2;$$

$$c = 6,7 \cdot 10^8 \text{ кг} \cdot \text{см};$$

$$\omega_{30} = 750 \text{ об/мин} = 78 \text{ с}^{-1};$$

$$H = C \omega_{30} = 746000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot \text{с};$$

$$l = 90 \text{ см (расстояние между подшипниками)}.$$

Решения

1. Определяем

$$p = \frac{2Ac + H^2}{A^2} = 30,5 \cdot 10^4; \quad q = \frac{c^2}{A^2} = 196 \cdot 10^8;$$

затем по уравнению (11)

$$\lambda_1^2 = -8,17 \cdot 10^4 \text{ с}^{-2}; \quad \lambda_2^2 = -21,33 \cdot 10^4 \text{ с}^{-2}.$$

отсюда

$$\omega_1 = \sqrt{|\lambda_1^2|} = \sqrt{8,17 \cdot 10^4} = 286 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \sqrt{|\lambda_2^2|} = \sqrt{21,33 \cdot 10^4} = 426 \text{ с}^{-1}.$$

Таким образом, в рассматриваемом примере критические частоты ω_1 и ω_2 довольно далеко удалены от скорости вращения ω_{30} (78 с^{-1}). При разгоне и торможении машина не проходит через резонанс.

2. Определим допуск на динамическую неуравновешенность диска ε , исходя из допустимой величины z — колебаний зазора между ножами и контрножами.

Углы поворота экваториальной плоскости диска вокруг поперечных осей равны углам α и β и связаны с величиной z и радиусом r диска зависимостью

$$\alpha_{max} = R_\alpha = \frac{z}{r}; \quad \beta_{max} = R_\beta = \frac{z}{r}. \quad (15)$$

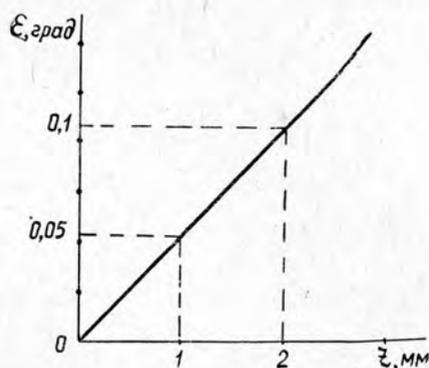


Рис. 6

Подсчет по формуле (14) дает

$$\alpha_{max} = \varepsilon = 1,43 \text{ рад.} \quad (16)$$

При $z=1$ мм и $r=680$ мм $\alpha_{max} = \beta_{max} = 0,0014$ рад, отсюда

$$\varepsilon = \frac{\alpha_{max}}{1,43} = \frac{0,0014}{1,43} \approx 0,001 \text{ рад} \approx 0,058^\circ.$$

На рис. 6 приведен график, позволяющий назначать динамическую неуравновешенность диска данной машины в зависимости от величины z .

3. Гироскопические реакции подшипников определяются как отношение гироскопических моментов к расстоянию между подшипниками [1].

Так как $\alpha \ll 1$, то

$$M_1^r \approx H\dot{\beta} \approx HR_{\beta} \cdot \omega_{30} \cdot \sin \omega_{30}t;$$

$$M_2^r \approx -H\dot{\alpha} = -HR_{\alpha} \cdot \omega_{30} \cdot \cos \omega_{30}t.$$

Обозначив через F_1 и F_2 проекции сил, действующих на подшипники в двух взаимноперпендикулярных направлениях, получим, что при $\varepsilon = 0,058^\circ$

$$F_1 = \frac{H\dot{\beta}}{l} = \frac{746000 \cdot 0,115 \cdot \sin \omega_{30}t}{90} = 955 \cdot \sin \omega_{30}t \text{ кгс};$$

$$F_2 = -\frac{H\dot{\alpha}}{l} = \frac{746000 \cdot 0,115 \cdot \cos \omega_{30}t}{90} = -955 \cos \omega_{30}t \text{ кгс}.$$

Следовательно, на подшипники действует знакопеременная нагрузка, вызванная динамической неуравновешенностью диска. Подобную нагрузку, достигающую 955 кгс, следует считать значительной: она может привести к усталости материала и разрушению подшипников. Поэтому при назначении допуска на динамическую неуравновешенность следует исходить не только из величины зазора z , но и из допустимой динамической нагрузки на подшипники.

ЛИТЕРАТУРА

11. Березкин Е. Н. Курс теоретической механики. МГУ, 1974. 12]. Магнус К. (под редакцией Г. Д. Блюмина). Гироскоп. Теория и применение. М., «Мир», 1974.

Поступила 15 сентября 1975 г.

УДК 674.815-41

ВЛИЯНИЕ ПОРОДЫ ДРЕВЕСИНЫ НА ТВЕРДОСТЬ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

А. А. ФИЛОНОВ, Т. П. БЕЛОВА, А. А. ЩЕРБИНИН

Воронежский лесотехнический институт

Приведены результаты исследований по определению влияния породы древесины и объемной массы древесностружечных плит на их твердость. Установлено, что твердость плит находится в прямой зависимости от их объемной массы. На твердость большое влияние оказывают порода древесины и степень уплотнения древесных частиц в плите. Определена минимально допустимая объемная масса плит, имеющих достаточную твердость для различных древесных пород.

Как показала практика, твердость древесностружечных плит, предназначенных под облицовывание синтетическими пленками и под имитационную отделку методом печати, должна быть не менее 3 кгс/мм².

Мы изучали влияние породы древесины и объемной массы плит на их твердость. Исследования проводили на шлифованных плитах, наружные слои которых изготавливали из мелких древесных частиц, полученных путем измельчения на зубчатоситовой мельнице. В качестве связующего использовали смолу УКС. Плиты толщиной 19 мм прессовали в горячем гидравлическом прессе при температуре 160°C. Продолжительность посадки плит пресса на дистанционные прокладки составляла 1,5 мин, продолжительность цикла прессования — 8 мин.

Согласно ГОСТу 11843—66, твердость определяли на образцах размерами 50 × 50 мм в точке пересечения диагоналей. Результаты обрабатывали методами вариационной статистики. Показатель точности во всех случаях не превышал 3%.

На рис. 1 приведена схема стенда для определения твердости древесностружечных плит. Глубину внедрения индентора (шарика диаметром 10 мм, изготовленного из закаленной стали) измеряли индикатором с точностью ±0,01 мм. Нагружение проводили с помощью испытательной машины МР-0,5. Измерения выполняли следующим способом. Сначала прикладывали предварительную нагрузку 1 кгс, после чего стрелку индикатора устанавливали на нуль, затем прикладывали основную нагрузку, которая плавно возрастала до 200 кгс в течение 40 с. Глубину внедрения индентора измеряли под нагрузкой через 60 с с момента достижения ее максимального значения.

Твердость вычисляли с точностью 0,1 кгс/мм²

$$H = \frac{P}{\pi Dh},$$

где P — нагрузка, прилагаемая к шарикю, кгс;

D — диаметр шарика, мм;

h — глубина внедрения шарика, мм.

На рис. 2 представлена зависимость твердости древесностружечных плит от объемной массы и породы древесины при расходе связую-

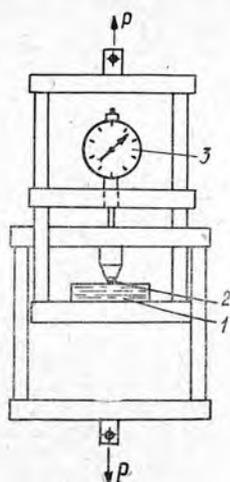


Рис. 1.

1 — образец плиты; 2 — индентор; 3 — индикатор.

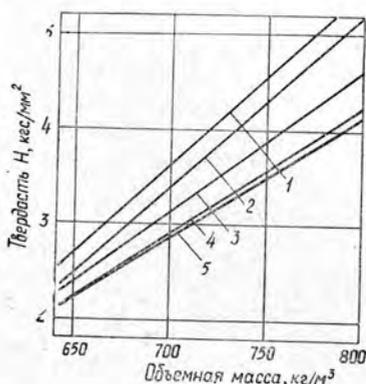


Рис. 2.

1 — береза; 2 — ольха; 3 — ель; 4 — осина; 5 — сосна.

щего в наружном слое 12%, во внутреннем — 8%. Данные по объемной массе и твердости древесины различных пород по РМ-62 приведены в табл. 1, из которой видно, что твердость плит определяется, в основном, твердостью исходной древесины и степенью ее упрессовки в готовой плите. Наибольшей твердостью обладают плиты из древесины

Таблица 1

Порода древесины	Твердость (при влажности 15%), кгс/см ²		Объемная масса, кг/м ³
	радиальная	тангенциальная	
Береза	298	303	620
Ольха	274	288	530
Сосна	199	220	530
Осина	178	185	490
Ель	165	166	460

березы и ольхи. Если сравнить твердость плит, изготовленных из ели, осины и сосны, с твердостью древесины этих пород, то на первый взгляд кажется, что данные, приведенные на рис. 2, противоречат

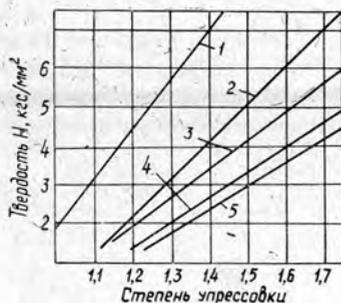


Рис. 3.

1 — береза; 2 — ольха; 3 — сосна; 4 — осина; 5 — ель.

утверждению о взаимосвязи твердости плит с твердостью исходной древесины. Однако, если учесть, что при одной и той же объемной массе плит степень упрессовки древесины названных пород различна, то противоречие становится объяснимым.

На рис. 3 представлена зависимость твердости плит от степени упрессовки древесных частиц и породы древесины. Из приведенных данных видно, что при одинаковой степени упрессовки твердость плит находится в строгом соответствии с твердостью исходной древесины в исследуемых пределах.

На основании приведенных данных можно сделать вывод, что для обеспечения твердости не менее 3 кгс/мм² объемная масса плит из березы должна быть не менее 670 кг/м³, из ольхи — не менее 680 кг/м³, из ели — не менее 690 кг/м³ и из осины и сосны — не менее 710 кг/м³. При изготовлении плит меньшей объемной массы для увеличения твердости целесообразно использовать для наружных слоев древесину твердых лиственных пород.

Поступила 26 мая 1975 г.

УДК 634.0.865

О СТРУЖКООБРАЗОВАНИИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ДСП-В

В. Г. ЛЮБИМОВ

Львовский лесотехнический институт

Рассмотрен характер стружкообразования при шлифовании абразивными кругами древеснослоистого пластика и органического стекла. Установлено, что при шлифовании с поперечной подачей в резании участвуют примерно 4,3—9% абразивных зерен, а при работе без поперечной подачи — 10—15% зерен, находящихся на рабочей поверхности круга.

В статье приведены схема стружкообразования и методика определения количества абразивных зерен круга, принимающих участие в резании при шлифовании древеснослоистого пластика ДСП-В и органического стекла. Шлифование проводили кругами с абразивом из стекла на бакелитовой связке зернистостью 40—80; наружный диаметр круга 190—196 мм, высота 22 мм.

При шлифовании металлов различаются две основные схемы стружкообразования, характеризующие форму срезаемого слоя одним абразивным зерном [3]: сечение срезаемого слоя в форме запятой (I) и в форме сегмента (II). В зависимости от режима шлифования и характеристики круга стружкообразование может происходить как по схеме I, так и по схеме II.

В отличие от металлов шлифование пластмасс производится с большими глубинами резания по схеме, приведенной на рис. 1. Согласно этой схеме формирование шлифованной поверхности осуществляется за один проход, причем резание производится абразивными зернами, которые лежат на периферии круга в пределах площади его контакта с изделием; средняя длина дуги контакта

$AB = V\sqrt{Dt}$ (D — диаметр круга; t — глубина резания). Формирование шлифованной поверхности за один проход особенно наглядно видно в случае обработки пористых материалов (пенопластов ПХВ1, ПС-1) при глубинах $t = 5 \div 10$ мм. Так как за один проход с изделия снимается заданный слой материала (что не наблюдается при обработке металлов [4, 5]), то под t понимается фактическая глубина резания. Следует обратить внимание на то обстоятельство, что при шлифова-

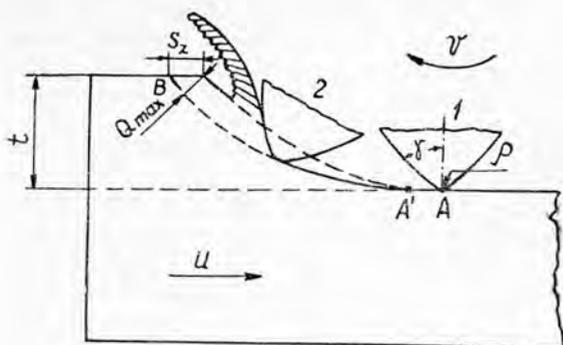


Рис. 1. Схема стружкообразования при шлифовании пластмасс.

s_z — подача на зерно; Q_{max} — максимальная толщина среза; γ — передний угол; R — радиус округления вершины зерна.

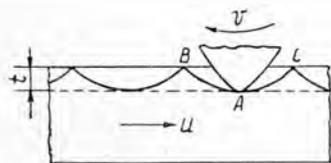


Рис. 2. Схема снятия абразивным зерном сегментообразных слоев.

нии с глубиной резания $t \geq 0,1$ мм не могут образовываться сегментообразные стружки толщиной, равной глубине резания (рис. 2).

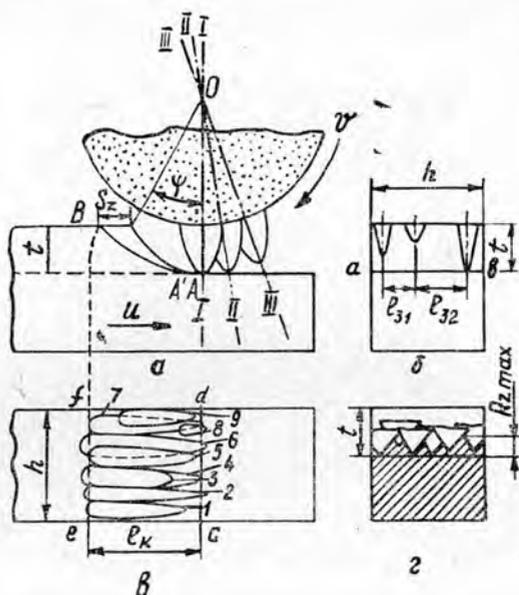
При обработке по данной схеме необходимо, чтобы продольная подача на каждое абразивное зерно была больше или равна дуге возможного контакта абразивного зерна с изделием, то есть $s_z \geq 2AB$. Опыты при обработке пластмасс одиночным зерном и конусом показали, что максимальные толщины срезов, которые могут сниматься стеклянными зёрнами, не превышают 70—80 мкм. При больших срезах абразивные зёрна, как правило, разрушаются. Кроме этого, высота неровностей R_z не равна фактической глубине резания, как это имеет место при обработке металлов [5]. Глубина шлифования при обработке пластмасс в 5—50 раз превосходит величину R_z . При малых глубинах резания ($t = 0,01 \div 0,02$ мм) и больших продольных подачах стружкообразование можно осуществить по схеме II (рис. 2). В этом случае нагрузка на зёрна не вызывает их разрушения. Однако обработка пластмасс с малыми глубинами резания приводит к увеличению числа проходов и снижению производительности шлифования.

Рассмотрим более подробно процесс стружкообразования при шлифовании пластмасс при глубине резания $t \geq 0,1$ мм.

Шлифовальный круг не имеет сплошной режущей кромки. В любой осевой плоскости абразивные зёрна, расположенные на поверхности круга, находятся на различных расстояниях друг от друга и выступают на разную высоту. Предположим, что в осевой плоскости I—I (рис. 3) на расстоянии h находятся три зёрна. После поворота круга на угол ψ каждое из этих зёрен, сделав на поверхности резания углубления, снимет три стружки (рис. 3, б). Размеры этих стружек зависят от геометрических параметров зёрен и высоты их расположения. Слой же материала между этими углублениями остается несрезанным. Он срежется другими зёрнами, находящимися в следующих осевых плоскостях II—II, III—III и т. д. При пересечении зоны контакта большим количеством зёрен поверхность резания покрывается срезами, наиболее характерные формы которых показаны на рис. 3, в. Указанные срезы образуются при следующих условиях.

1. Из-за разновысотности абразивные зёрна врезаются в обрабатываемый материал на разную глубину, в связи с чем сечения срезов

Рис. 3. Схема образования шлифованной поверхности.



неодинаковы, а длина среза, снимаемого отдельным зерном, может быть меньше длины дуги контакта l_k (срезы 1, 5, 8, 9), равна l_k (срезы 4, 7) или несколько больше l_k (срезы 2, 6). Так как работа абразивных зерен происходит в пределах площади контакта круга с изделием, то средняя длина дуги контакта l_k может быть принята равной \sqrt{Dl} [3].

На формообразование среза существенное влияние оказывает радиус округления вершины зерна. Например, зерно, расположенное в осевой плоскости $I-I$ (рис. 3, а), начинает стружкообразование только в некоторой точке A' вместо точки A , где толщина среза $a \geq \rho$ (ρ — радиус округления вершины зерна). На участке же AA' зерно производит пластическую деформацию материала без образования стружки или проскальзывает по обрабатываемой поверхности без образования следа деформации. Возможны случаи, когда абразивные зерна с большими величинами ρ , вступая в контакт с изделием, не срезают стружек.

2. В связи с различным расстоянием между зёрнами и произвольным их расположением на поверхности круга многие зёрна накладываются на предыдущие (срезы 5, 6 и др.). При неполном наложении зёрн образуются стружки самых различных видов и размеров (клиновидные, ленточные и др.). Толщина стружек изменяется от нескольких микрон до десятков микрон.

3. Некоторая часть зёрн, находящихся в одном сечении, следует за предыдущими, в результате чего образуются запятообразные стружки (срезы 3 и 4). Толщина среза зависит не только от продольной подачи на зерно, но и от разновысотности зёрн. Многие зёрна, попадая в канавки, прорезанные предыдущими зёрнами, стружек не срезают.

4. От некоторой части зёрн откалываются частицы или отдельные зёрна вырываются из связки. В этих случаях резание может прекратиться в любом месте на поверхности резания, а размеры срезов могут значительно отличаться друг от друга (срезы 8 и 9).

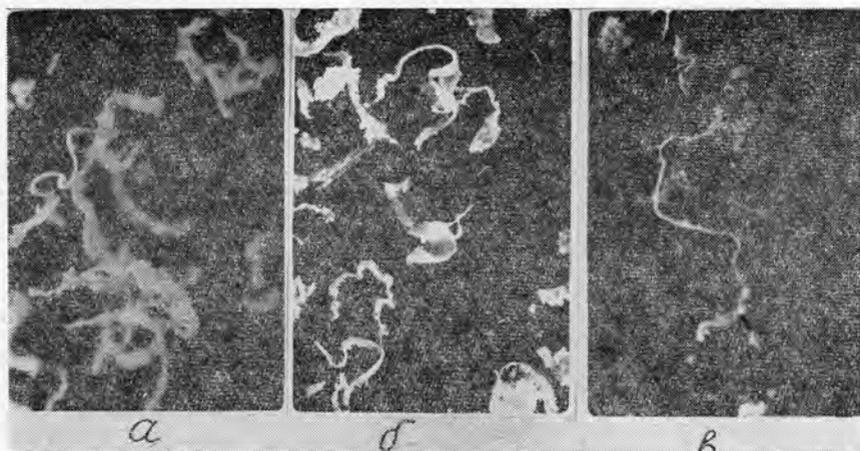


Рис. 4. Формы стружек при шлифовании древеснослоистого пластика по направлению расположения слоев шпона ($v = 30$ м/с; $u = 20$ м/мин; $t = 0,1$ мм). Увеличение в 14,3 раза.

Абразивные зерна в круге расположены беспорядочно, вследствие чего стружки, срезаемые отдельными зернами, сильно отличаются и по размерам, и по форме (рис. 4, а, б, в); систематически повторяющихся стружек здесь нет. При различной толщине и ширине длина отдельных стружек может приближаться к длине дуги контакта l_k , быть меньше l_k или несколько превосходить ее.

При обработке по приведенной выше схеме шероховатость шлифованной поверхности зависит от количества абразивных зерен, которые пересекут элементарную площадку изделия, то есть от удельного числа режущих зерен, приходящихся на 1 мм^2 шлифуемой поверхности (рис. 3, г).

Удельное число зерен определяем из следующих соображений. Скорость подачи изделия во много раз меньше окружной скорости круга, поэтому за время контакта элементарной площадки обрабатываемой поверхности с шлифовальным кругом ее пересекут от нескольких десятков до нескольких сотен абразивных зерен. Время перемещения изделия на величину длины контакта круга с изделием

$$\tau = \frac{l_k}{1000u} \text{ мин.}$$

где l_k — длина дуги контакта, мм;
 u — скорость подачи изделия, м/мин.

За указанное время круг сделает $\frac{l_k n}{1000u}$ оборотов (где n — число оборотов круга, мин). Если обработка производится без поперечной подачи круга, то за время τ через зону контакта пройдет зерен

$$N_k = \frac{l_k n}{1000u} \pi D B c,$$

здесь D — диаметр круга, мм;

B — высота круга, участвующая в шлифовании, мм;

c — количество режущих абразивных зерен на 1 мм^2 поверхности круга.

Так как площадь контакта

$$F_k = B l_k,$$

а

$$n = \frac{60 \cdot 1000 v}{\pi \cdot D},$$

то

$$N_k = \frac{60 v l_k B c}{u}.$$

Удельное число зерен

$$N_{уд} = \frac{N_k}{F_k} = \frac{60 v c}{u} \text{ зерен/мм}^2.$$

При работе с поперечной подачей удельное количество абразивных зерен изменяется пропорционально числу встреч круга с элементарной площадкой изделия

$$N_{уд} = \frac{60 v c}{u} \cdot \frac{B}{s_{п}} \text{ зерен/мм}^2,$$

где B — полная высота круга, мм;

$s_{п}$ — поперечная подача, мм/ход.

Количество режущих абразивных зерен на 1 мм^2 поверхности круга значительно меньше номинального, так как большая часть зерен, находящихся в зоне резания, не используется, а попадает в канавки, прорезанные предыдущими зернами, или в связи с большими радиусами округления вершин зерен проскальзывает без образования стружки. Номинальное количество абразивных зерен на единице поверхности рассчитывают исходя из правильного геометрического расположения зерен в объеме круга [1], [6]. Теоретически установлено, что при шлифовании металлов всего 6—8% абразивных зерен, расположенных на рабочей поверхности круга, участвует в съеме металла [2]. Эти данные подтверждаются экспериментальными исследованиями.

Действительное количество режущих абразивных зерен мы определяли по результатам подсчета числа стружек, срезаемых зернами за один оборот круга. При этом принимали, что режущее абразивное зерно срезает одну стружку. Ширина шлифуемых образцов при обработке без поперечной подачи составляла 4 мм; длину образцов $l_{об}$ брали равной подаче на один оборот круга

$$s_0 = \frac{\pi D u}{60 v} \text{ мм/об.}$$

Например, для $v = 30 \text{ м/с}$, $u = 20 \text{ м/мин}$, $D = 191 \text{ мм}$ подача $s_0 = 6,67 \text{ мм}$. В этих условиях длительность шлифования составляла 0,02 с. При обработке с поперечной подачей режущий и зачищающий участки круга находились в полном контакте с образцом ($B = 22 \text{ мм}$). Длина образцов, как и ранее, равнялась величине s_0 . При собирании стружек круг и образец тщательно ограждали. Подсчитывая, учитывали также стружки, задержавшиеся на поверхности круга.

Шлифовали образцы из органического стекла. Выбор этого материала обусловлен тем, что при его резании образуются сливные стружки, большая часть которых в зоне резания свертывается и превращается в отдельные небольшие комочки, удобные для подсчета с по-

мощью микроскопа. Стружки из органического стекла не разрушаются и не распадаются на отдельные части, что особенно важно при принятом методе исследования. Среднее количество режущих абразивных зерен на 1 мм^2 поверхности подсчитывали делением числа стружек, снятых за один оборот круга, на величину поверхности круга, принимающей участие в шлифовании.

Таблица 1

Зерни- стость	Поперечная подача s_n , мм/ход	Поверхность круга, принимающая участие в резании, мм^2	Количество снятых стружек за один оборот круга	Среднее количество абразив- ных зерен на 1 мм^2 поверх- ности круга	
				номинальное	участвующее в резании
50	1—2	13200	1322—1983	3,01	0,13—0,15
50	4—8	13200	2376—2904	3,01	0,18—0,22
50	16	13200	3432	3,01	0,26
40	—	2400	1248	4,79	0,52
50	—	2400	720	3,01	0,3
63	—	2400	552	2,04	0,23
80	—	2400	408	1,15	0,17

Примечание. При шлифовании с поперечной подачей: $v = 16 \div 30 \text{ м/с}$; $u = 5 \div 20 \text{ м/мин}$; $t = 0,1 \div 0,5 \text{ мм}$; $H_k = 1200 \text{ кгс/см}^2$. При шлифовании без поперечной подачи: $v = 16 \div 30 \text{ м/с}$; $u = 5 \div 20 \text{ м/мин}$; $t = 0,05 \div 0,3 \text{ мм}$; $H_k = 1200 \text{ кгс/см}^2$.

Данные о числе снятых стружек и среднем количестве режущих зерен на 1 мм^2 поверхности при шлифовании с поперечной подачей и без нее показаны в табл. 1. Из этой таблицы следует, что при шлифовании без поперечной подачи кругами различной зернистости 10—15% зерен срезают стружки, остальные зерна не принимают участия в резании. При работе с малыми поперечными подачами ($s_n = 1 \div 2 \text{ мм/ход}$) зачищающим участком круга снимаются очень тонкие стружки. В этом случае только 4,3—5% зерен участвуют в резании, остальные проскальзывают без образования стружки, так как величина многих срезаемых слоев значительно меньше радиусов округления вершин зерен. При шлифовании с большой поперечной подачей ($s_n = 16 \text{ мм/ход}$) около 9% зерен снимают стружку. Несмотря на то, что в резании участвует относительно небольшой процент зерен, количество образующихся стружек в единицу времени достаточно велико. Для скорости круга $v = 30 \text{ м/с}$ ($n = 3000 \text{ об/мин}$), поперечных подачах $s_n = 1 \div 16 \text{ мм/ход}$ в 1 мин срезается примерно 4—10 млн. стружек.

Из приведенных данных видно, что при шлифовании пластмасс, так же как и металлов, только малая часть абразивных зерен, расположенных на рабочей поверхности круга, участвует в съеме материала. Для глубины резания $t \geq 0,1 \text{ мм}$ стружкообразование не может осуществляться по схеме II, так как при этом нагрузка на стеклянные абразивные зерна превосходит предел их прочности и они разрушаются.

ЛИТЕРАТУРА

- Ипполитов Г. М. Абразивные инструменты и их эксплуатация. Машгиз, 1959. [2].
- Лурье Г. Б. Шлифование металлов. М., «Машиностроение», 1969. [3].
- Маслов Е. Н. Основы теории шлифования металлов. Машгиз, 1951. [4].
- Маслов Е. Н. Механизм работы абразивного зерна при шлифовании. — В сб.: Основные вопросы высокопроизводительного шлифования, Машгиз, 1960. [5].
- Никольский А. В. Влияние различных факторов на производительность круглого шлифования. — В сб.: Основные вопросы высокопроизводительного шлифования. Машгиз, 1960. [6].
- Якубов-

ский А. В. Определение числа зерен, приходящихся на единицу поверхности абразивного круга. — В сб.: Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность, вып. 2. Киев, «Будівельник», 1973.

Поступила 9 декабря 1974 г.

УДК 674.815-41

ПРОНИЦАЕМОСТЬ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОГО ПАКЕТА

А. Н. ОБЛИВИН, А. З. ДОЛГИНЦЕВ

Московский лесотехнический институт

Изложен метод расчета коэффициента проницаемости и гидродинамического сопротивления древесностружечного пакета в зависимости от основных технологических факторов.

Процессы теплообмена между фильтрационным потоком парогазовой смеси, влагой в пакете и самими древесными частицами, образующими стружечный пакет, зависят от многих факторов, в том числе и от режима движения парогазовой смеси через поровое пространство стружечного пакета [2], [3].

Изучение законов фильтрации парогазовых смесей позволит углубить понимание явлений, протекающих при нагреве влажного древесностружечного пакета.

Учитывая своеобразный характер потока в капиллярнопористых телах, многие исследователи оценивали фильтрационное движение по характеру кривой $q_m = f(\Delta P)$.

Линейная зависимость q_m от ΔP (кривая 1 на рис. 1) описывается уравнением Дарси

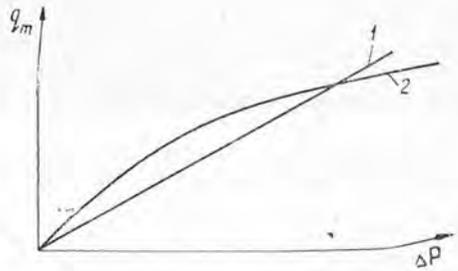


Рис. 1.

$$q_m = k_{\phi} \frac{\Delta P}{\delta}, \quad (1)$$

где k_m — удельный поток массы, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$;

k_{ϕ} — коэффициент фильтрации, одновременно характеризующий фильтрационные свойства жидкости и пористой среды, с;

ΔP — перепад давлений (потеря напора), $\text{Н}/\text{м}^2$;

δ — толщина пакета, м.

Однако работы ряда авторов (Р. Е. Брилинга, Б. Ф. Васильева, Д. Д. Галанина, В. Гозебруха, Е. Райша, Р. Тильмана и др.) показали, что по мере снижения проницаемости материалов линейная зависимость q_m от ΔP сохраняется только при небольших градиентах давления. С увеличением скорости фильтрации и диаметров пор закон Дарси и Ланга нарушается и линейная зависимость переходит в квадратичную (кривая 2 на рис. 1).

Критерием применимости законов фильтрации при сохранении линейной зависимости между q_m и ΔP может служить специально определяемый разными авторами критерий Рейнольдса (Re) [4]. Древесностружечные плиты являются сложными, неупорядоченными структурами [5], [7—10], что затрудняет установление определенного Re.

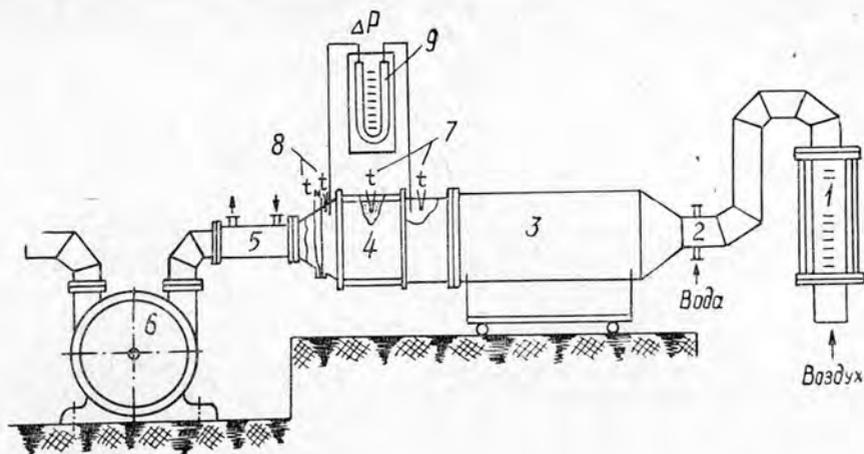


Рис. 2. Схема экспериментальной установки.

1 — ротаметр; 2 — увлажнитель воздуха; 3 — электрокалорифер; 4 — патрон с образцом; 5 — холодильник; 6 — вакуум-насос; 7 — датчики температуры; 8 — «мокрый» термометр; 9 — дифманометр.

Для выполнения задач по исследованию процессов, происходящих внутри капиллярнопористых тел при фильтрации, на кафедре теплотехники МЛТИ была создана экспериментальная установка (рис. 2), позволяющая производить измерения в стационарных режимах при температуре потока 15—120°C и относительной влажности 10—100% [6].

Исходным материалом служила древесная стружка (от станков ДС-6 из цехов стружечных плит ММСК-1 и МЭЗДСПиД), которая распределялась на фракции 10/7; 7/5; 5/3; 3/2; 2/1 с помощью ситового анализатора. Для всех перечисленных фракций и смеси из них в направлениях, параллельных и перпендикулярных плоскости прессования, получены зависимости

$$\frac{\Delta P(\parallel)}{l} = f(u, \mu); \quad \frac{\Delta P(\perp)}{l} = f(u, \mu).$$

Частично эти зависимости показаны на рис. 3, 4, 5, где обозначено:

$\frac{\Delta P}{l}$ — удельное падение давления по длине образца;

u — скорость фильтрации;

μ — коэффициент динамической вязкости;

W — влажность образца;

c — степень осмоления стружки (содержание смолы в процентах по сухому остатку);

k — коэффициент проницаемости.

Исследования зависимости $\frac{\Delta P}{l} = f(u, \mu)$ для потока влажного воздуха в образцах перпендикулярно и параллельно плоскости прессования показали, что отклонений от прямолинейного вида зависимости не наблюдается. Следовательно, имеет место так называемое ламинарное (слоистое) движение, которое описывается уравнением Дарси

$$u = \frac{k}{\mu} \cdot \frac{\partial P}{\partial x}. \quad (2)$$

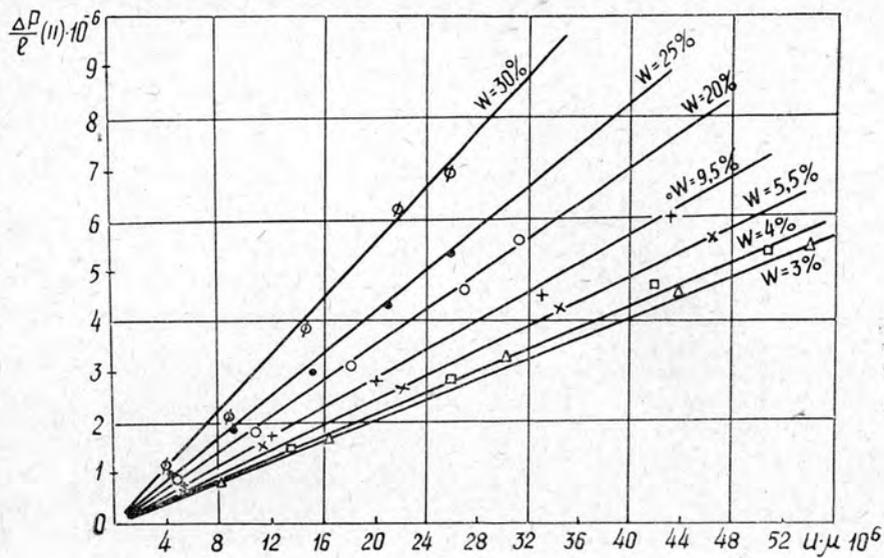


Рис. 3.

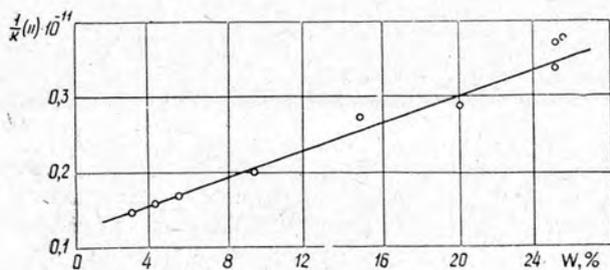


Рис. 4.

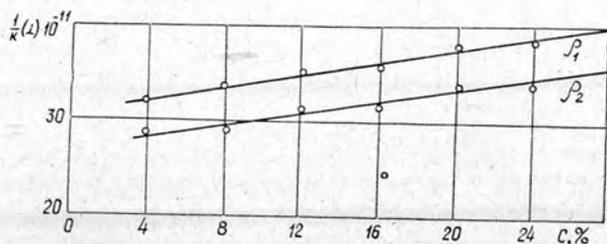


Рис. 5.

В гидродинамике ламинарное движение принято описывать уравнением

$$\Delta P = c_f \frac{1}{2} \rho u^2 \frac{l}{d}, \quad (3)$$

где $c_f = \frac{c}{Re}$ — коэффициент сопротивления трения.

Подставив число Re в уравнение (3), получим

$$\frac{\Delta P}{l} = \frac{c}{u \cdot d} \cdot \frac{1}{2} \rho u^2 \frac{1}{d}; \quad (4)$$

после преобразования имеем

$$\frac{\Delta P}{l} = \frac{c}{d^2} u^2. \quad (5)$$

Сравнивая уравнения (2) и (5), видим, что они идентичны при условии, если $c = 2$ и $d = \sqrt{k}$.

Применительно к движению в слое из древесных частиц выражение $d = \sqrt{k}$ представляет собой диаметр эквивалентного канала, поэтому обозначим его $d_э$.

Стружечный пакет обладает явно выраженной анизотропией в направлениях, перпендикулярных и параллельных плоскости прессования, поэтому проницаемость следует описывать с учетом анизотропии слоя.

Результаты эксперимента показывают, что коэффициент проницаемости зависит от параметров состояния скелета: плотности (пористости), линейного размера частиц, их ориентации по отношению к потоку, влажности и степени осмоления.

На основании обработки экспериментальных данных получено эмпирическое выражение для коэффициента проницаемости древесностружечного пакета

$$k = \frac{k_0 \cdot \varphi_l^m}{\varepsilon^n \cdot k_w \cdot k_c}, \quad (6)$$

где k_0 — условный коэффициент проницаемости, m^2 , представляющий собой величину, к которой стремится все выражение при условии, что все остальные коэффициенты равны единице;

φ_l — масштабный коэффициент, характеризующий размер частиц слоя (параметр формы и шероховатости стенок поровых каналов);

ε — аналог пористости, характеризующий стесненность расположения частиц в слое и извилистость каналов;

k_w — поправочный коэффициент на влажность пакета;

k_c — поправочный коэффициент на степень осмоления пакета.

Масштабный коэффициент определяли по результатам статистического обмера частиц слоя

$$\varphi_l = \frac{l_c}{l_{10/7}}, \quad (7)$$

здесь l_c — линейный параметр частиц исследуемого слоя;

$l_{10/7}$ — линейный параметр частиц фракции 10/7.

Линейный параметр вычисляли в зависимости от ориентации частиц по отношению к потоку. При движении потока перпендикулярно плоскости прессования

$$l_{c\perp} = \frac{\sigma_l}{l \cdot b} \quad (8)$$

и параллельно

$$l_{c\parallel} = \frac{\bar{T} \cdot \bar{l}}{\sigma_l}, \quad (9)$$

где \bar{l} — средняя длина частиц данной фракции;
 \bar{b} — средняя ширина;
 \bar{T} — средняя толщина;
 σ_l — среднее квадратическое отклонение частиц по длине.

Для слоя, состоящего из смеси нескольких фракций, средний размер

$$\bar{l}_c = \Sigma g_i \bar{l}_i, \quad (10)$$

здесь g_i — относительные весовые доли фракций, составляющих слой;
 \bar{l}_i — соответствующий средний линейный размер фракции.

Среднее квадратическое отклонение

$$\sigma_l = \sqrt{D_l}, \quad (11)$$

где D_l — дисперсия по длине частиц данной фракции;
 для слоя, состоящего из смеси нескольких фракций,

$$D_l = D_{\text{общ. сл}} [1];$$

$$D_{\text{общ. сл}} = D_{\text{межгр}} + D_{\text{внутригр}}, \quad (12)$$

здесь $D_{\text{общ. сл}}$ — общая дисперсия смеси фракций;

$D_{\text{межгр}}$ — межгрупповая дисперсия;

$D_{\text{внутригр}}$ — внутригрупповая дисперсия.

Аналог пористости

где ρ_0 — плотность абс. сухого образца;

1,54 — плотность древесинного вещества.

Значения величин, характеризующих стружечный пакет и входящих в уравнения (6) — (12), даны в табл. 1.

$$\varepsilon = \frac{\rho_0}{1,54},$$

Таблица 1

Направление потока	$k_0, \text{ м}^2$	n	m	k_W	k_c
⊥	$0,35 \cdot 10^{-13}$	4	0,3	$1 - 0,0051W + 0,0025W^2$	$1 + 0,01c$
	$4 \cdot 10^{-13}$	4	0,5	$1 + 0,075W$	$1 + 0,01c$

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М., «Высшая школа», 1972. [2]. Исследование свойств древесины и древесных материалов. Институт леса и древесины СО АН СССР. Красноярск, 1969. [3]. Лыков А. В., Михайлов Ю. А. Теория тепло- и массопереноса. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963. [4]. Лыков А. В. Тепломассообмен. Справочник «Энергия», М., 1972. [5]. Отлев И. А. «Деревообрабатывающая промышленность», 1972, № 5, [6]. Сб. «Механохимия производства древесных пластиков и плит», вып. 55, М., МЛТИ, 1973. [7]. Темкина Р. З. и др. — МОД, реферативная информация, № 23. ВНИИПНЭИлеспром, 1970. [8]. Шварцман Г. М., Щедро Д. А. — «Деревообрабатывающая промышленность», 1968, № 2. [9]. Шварцман Г. М. и др. — «Деревообрабатывающая промышленность», 1970, № 10. [10]. Щедро Д. А. — «Деревообрабатывающая промышленность», 1972, № 9.

Поступила 17 ноября 1975 г.

УДК 674.817-41

ПРИМЕНЕНИЕ МОЧЕВИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

В. П. СТРЕЛКОВ, В. Ю. МИРЕЦКИЙ, В. В. ФЕФИЛОВ

Московский лесотехнический институт, ВНИИдрев.

Исследовано влияние основных технологических факторов на свойства древесноволокнистых плит с мочевино-формальдегидной смолой. Результаты, полученные в лабораторных условиях, проверены на опытно-промышленной линии.

В технологическом процессе производства древесноволокнистых плит методом сухого формования целесообразно использовать мочевино-формальдегидные смолы. Однако их применение осложнено тем, что эти смолы очень чувствительны к кислой среде. В условиях технологического процесса при пропарке и размоле щепы вследствие гидролитического расщепления компонентов древесины повышается кислотность среды, а последняя действует каталитически, ускоряя отверждение карбамидной смолы. При последующей сушке волокна кислотность несколько снижается вследствие удаления летучих низкомолекулярных кислот вместе с испаряемой влагой. Поэтому рабочий раствор мочевино-формальдегидной смолы во избежание преждевременного отверждения следует вводить на более поздних стадиях технологического процесса, где термическое воздействие агента сушки и влияние кислотности среды снижаются.

Во ВНИИдреве разработана и внедрена на Балабановской экспериментальной фабрике установка по введению связующих методом пневматического распыления форсункой, встроенной в среднюю часть одно- или двухступенчатой сушильной установки для сушки волокна. Время пребывания осмоленного волокна в зоне сушки при этом сокращается до нескольких секунд, что предотвращает преждевременную поликонденсацию мочевино-формальдегидной смолы на древесном волокне.

Имеется ряд работ [4], [5], посвященных вопросу применения мочевино-формальдегидных смол для получения ДВП сухим способом.

В работе [6] показано совместное влияние технологических факторов на свойства незакаленных древесноволокнистых плит с использованием при проведении экспериментов планирования первого порядка.

Для определения оптимальных условий технологического процесса нами были выполнены эксперименты на лабораторном прессе ПВ-9024 с размером греющих плит 600×600 мм. Изучали совместное влияние температуры прессования, количества смолы и продолжительности прессования на физико-механические свойства плит. Учитывая возможность криволинейного характера исследуемых зависимостей, применяли планирование экспериментов по равномер-ротатабельному центральному композиционному плану 2³ [3]. Выбранные факторы в явном виде, интервалы и уровни их варьирования приведены в табл. 1.

Для экспериментов было взято березовое дефибраторное волокно со степенью помола 450 ед. П1. В качестве связующего использовали мочевино-формальдегидную смолу М19-62. Волокно осмоляли в смесительном барабане и подсушивали до 4%-ной влажности. Средняя толщина плит 3,5 мм. Согласно матрице планирования эксперимен-

Таблица 1

Независимые переменные	Обозначение переменных	Уровни варьирования					Интервал варьирования
		отрицательная величина "звездного плеча"	нижний уровень	центр эксперимента	верхний уровень	положительная величина "звездного плеча"	
Температура прессования, °С	I_1	164	180	200	220	234	20
Количество смолы, %	I_2	1	3	6	9	11	3
Продолжительность прессования, мин	I_3	2,0	2,8	4,0	5,2	6,0	1,2
Условное обозначение переменных	x	-1,682	-1	0	+1	+1,682	h

тов [3] было выполнено 20 опытов в трехкратной повторности. В каждом опыте испытывали 54 образца размером 50×150 мм.

Результаты опытов статистически обрабатывали, определяли дисперсию каждого опыта, проверяли однородность дисперсий по критерию Кохрана. Дисперсию воспроизводимости рассчитывали по 6 опытам в центре плана. По формулам [2] вычисляли коэффициенты уравнения регрессии. Значимость коэффициентов проверяли по критерию Стьюдента.

Уравнения регрессии после отсева незначительных коэффициентов: для предела прочности при статическом изгибе

$$Y_{\sigma} = 693,3 + 92,6x_1 + 101,9x_2 + 36,3x_3 - 26,0x_1x_2 - 34,0x_1^2 - 53,1x_2^2 - 10x_3^2;$$

для водопоглощения за 24 ч

$$Y_{\Delta W} = 26,31 - 8,50x_1 - 7,01x_2 - 1,46x_3 + 7,55x_1x_2 + 0,53x_1x_3 + 1,43x_1^2 + 6,10x_2^2 + 1,30x_3^2;$$

для набухания за 24 ч

$$Y_{\Delta S} = 20,5 - 6,86x_1 - 4,71x_2 - 1,03x_3 + 5,91x_1x_2 + 0,77x_1^2 + 2,83x_2^2 + 1,17x_3^2.$$

В приведенных уравнениях переменные закодированы. Переход от фактических переменных к условным производят по формуле

$$x = \frac{u - o}{h},$$

где u — фактическая переменная;
 o — основной уровень (центр эксперимента);
 h — интервал варьирования переменной.

Проверкой полученных уравнений по критерию Фишера была установлена адекватность их эксперименту.

На основании уравнений построены графики зависимости физико-механических свойств плит от исследуемых технологических факторов (рис. 1—3).

Полученные данные подтверждают предположение о криволинейном характере исследуемых зависимостей. Наибольшая прочность плит и наименьшее водопоглощение достигаются при различных количествах смолы в зависимости от температуры прессования. Повыше-

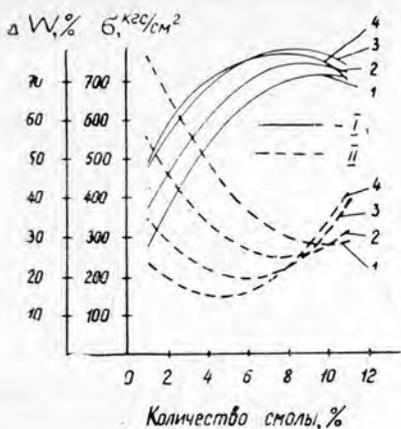


Рис. 1. Зависимость водопоглощения ΔW и предела прочности плит при статическом изгибе σ от количества смолы и температуры прессования при продолжительности прессования 4 мин.

1 — предел прочности при статическом изгибе; II — водопоглощение; I — температура прессования 180°C; 2 — 200°C; 3 — 220°C; 4 — 234°C.

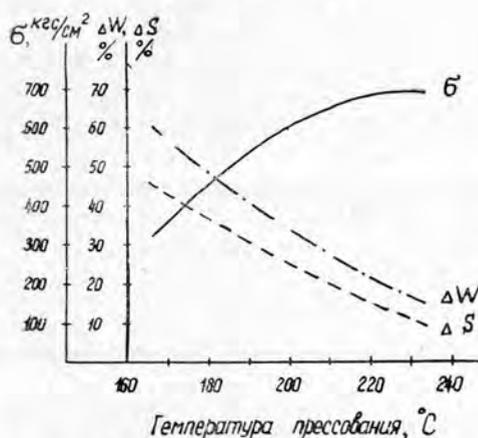


Рис. 2. Влияние температуры прессования на предел прочности при статическом изгибе σ , водопоглощение ΔW и набухание ΔS плит, изготовленных с 4% смолы при продолжительности прессования 4 мин.

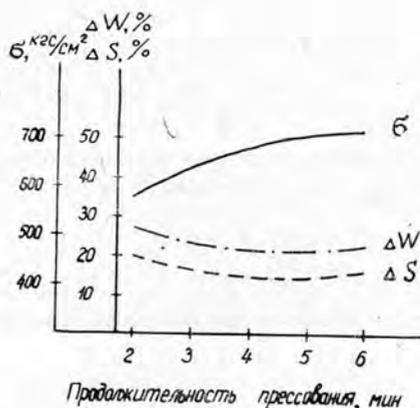


Рис. 3. Влияние продолжительности прессования на предел прочности при статическом изгибе σ , водопоглощение ΔW и набухание ΔS плит, изготовленных с 4% смолы М19-62 при температуре прессования 220°C.

ние температуры позволяет получить плиты с требуемыми физико-механическими свойствами при меньшем количестве смолы (рис. 1).

При увеличении содержания смолы водопоглощение и набухание плит сначала уменьшаются, а затем возрастают.

Увеличение температуры прессования значительно повышает скорость дегидратации метилольных групп. По этой причине минимум кривой водопоглощения сдвигается влево (рис. 1).

Рис. 2 показывает, что прессование плит при температуре ниже 210°C нецелесообразно из-за неудовлетворительных показателей плит по водостойкости. Прессование при температуре выше 230°C также нежелательно вследствие пожарной опасности для производства. Наилучшей следует считать температуру прессования 220—225°C.

Увеличение продолжительности прессования оказывает влияние на свойства плит (рис. 3). Наиболее приемлемой следует считать продолжительность прессования 4—4,5 мин, то есть 1,1—1,3 мин на 1 мм толщины плиты.

Результаты подтверждены на опытно-промышленной линии Балабановской экспериментальной фабрики. Так же как и в лабораторных

опытах увеличение температуры прессования со 180 до 220°C улучшило водостойкость и прочностные показатели плит. Дальнейшее повышение температуры прессования до 230°C продолжало снижать водопоглощение и набухание, но не влияло на прочностные показатели плит. Увеличение количества смолы с 4 до 8% повысило предел прочности на изгиб с 451 до 642 кгс/см² для плит, отпрессованных при 220°C.

Таким образом, нами определены оптимальные условия прессования древесноволокнистых плит по температуре, продолжительности прессования и количеству карбамидной смолы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бирюков В. И. Прибор для определения степени помола древесного волокна при сухом способе производства древесноволокнистых плит. — «Фанера и плиты», 1973, № 10, с. 9—10. [2]. Горбунов В. Н., Яшина В. З. Образование карбамидных смол при повышенных температурах. — «Пластические массы», 1968, № 7, с. 23—27. [3]. Пижурин А. А. Современные методы исследований технологических процессов в деревообработке. М., «Лесная промышленность», 1972, с. 248. [4]. Солечник Н. Я., Эльберт А. А., Бровкина В. Н. Производство древесноволокнистых плит сухим способом с применением связующих. — «Химическая переработка древесины», 1965, № 25, с. 14—17. [5]. Солечник Н. Я., Эльберт А. А., Бровкина В. И., Тиме Н. С. Влияние связующих на технологию и свойства древесноволокнистых плит сухого формования. — «Материалы научно-технической конференции», ч. II. Л., 1968, с. 38—41. [6]. Царева З. В., Эльберт А. А. Влияние технологических факторов на свойства древесноволокнистых плит сухого формования. — «Фанера и плиты», 1974, № 8, с. 9—10.

Поступила 6 февраля 1975 г.

УДК 634.0.34.81

ОБРАЗОВАНИЕ ЯДРОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ДРЕВЕСИНЕ БЕРЕЗЫ ПРИ ЕЕ ПОРАНЕНИИ И ПОРАЖЕНИИ ГРИБАМИ

О. Н. МАЛЫШЕВА

Ленинградская лесотехническая академия

Показано образование ядровых веществ в древесине березы в виде коацерватов из окисленных фенольных соединений.

Причины реакции, проявляющейся в виде побурения при ранении древесины лиственных пород, давно являются предметом дискуссии, что связано со спецификой биологических свойств дерева, его жизнеспособностью и долголетием. Раневая реакция происходит в живых клетках паренхимы, которые в сравнительно небольшом количестве расположены среди массы мертвых трахеальных элементов. В результате ферментативного окисления полифенольных соединений в паренхимных клетках образуются ядровые вещества, имеющие бурую окраску.

Известно, что вакуоль с диспергированными в ней полифенолами и цитоплазму, в органоидах которой содержится полифенолоксидаза, разделяет белково-липидная мембрана — тонопласт, обладающий избирательной проницаемостью. Поэтому при изучении процесса ферментативного окисления особое внимание обращают на взаимодействие полифенолов с полифенолоксидазой растительной клетки или грибов. Юрашек [6], исследуя процесс побурения в древесине бука гистохимическим методом, обратил внимание на то, что ядровые вещества,

возникающие в паренхимных клетках, имеют шаровидную форму. Они образуются, по его мнению, вследствие сильного сжатия вакуоли из-за набухания цитоплазмы. Локализацию полифенолов в виде шаровидных «глобул» отмечал также Ганьон [5] у ильма в паренхимных клетках, окружающих пораженные микозом сосуды.

Вопрос о механизме образования ядерных веществ, возникающих в процессе раневой реакции, а также при старении древесины, остается открытым.

Объект наших исследований — древесина березы (*Betula verrucosa* Ehrh.) как наиболее реакционноспособная порода. Для анализа взяли 258 образцов от свежесрубленных в весенний, летний и осенний сроки деревьев IV класса возраста на высоте 1,3 м от корневой шейки. Образцы (размером $1,5 \times 1,5 \times 2,5$ см) выкалывали из наружной части заболони, снаружи стерилизовали спиртом, обжигали над пламенем спиртовки и помещали на мостики в колбы Эрленмейера с предварительно подготовленными культурами грибов *Fomes fomentarius* (Fr.) Kickx и *Stereum purpureum* Fr., являющихся в природных условиях одними из самых распространенных разрушителей березы. Контрольные образцы стерилизовали аналогичным образом и помещали в такие же колбы на мостики со стерильной средой для выравнивания условий опыта и сохранения необходимой влажности. Средой для грибов и для образцов контрольной древесины служило агаризованное пивное сусло.

Локализацию полифенолов изучали гистохимическим методом на свежих срезах древесины, находившейся различные периоды времени под воздействием грибов и в стерильных условиях. В качестве реактивов, обнаруживающих фенолы, использовали сульфат нильского синего и нитрозореакцию [1]. Препараты сфотографированы при помощи микроскопа МБИ-6.

Гистохимическое исследование показало, что в паренхимных клетках сердцевинных лучей здоровой свежесрубленной древесины березы фенольные вещества выявляются в виде оранжево-красной зернистости, равномерно распределенной по всей вакуоле (рис. 1), при-

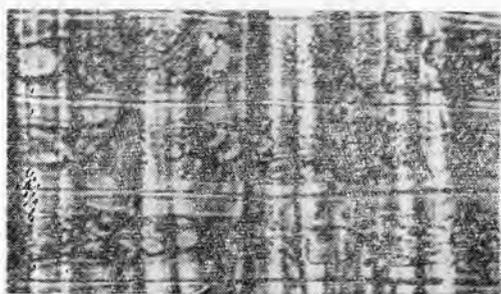


Рис. 1. Фенольные вещества в паренхимных клетках свежесрубленной древесины березы. Увелич. в 250 раз.

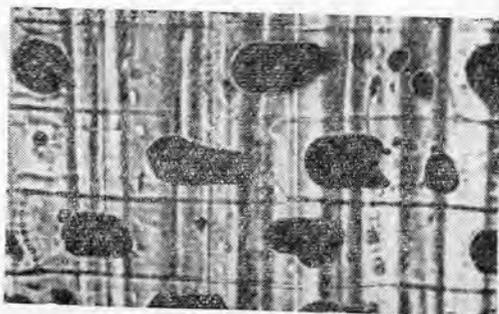


Рис. 2. Начало образования коацерватных капель фенольных веществ в древесине, хранившейся в стерильных условиях. Увелич. в 250 раз.

чем окраска более интенсивна в клетках поздней древесины. При хранении образцов в стерильных условиях в течение 10—15 дней локализация фенольных веществ начинает меняться. Первыми реагируют на изменившиеся условия (вычленение образца из ствола дерева и хранение его в стерильных условиях) наиболее активные клетки сердцевинных лучей, находящиеся вблизи сосудов или на пересечении с ними. В них происходит процесс коацервации фенольных соединений, в результате которого образуются сферические коацерватные капли (рис. 2, 3). На неокрашенном срезе они имеют желтый цвет, а при действии нильского синего принимают ярко-зеленую или красную (нитрозореакция) окраску, в то время как вакуолярный раствор со-

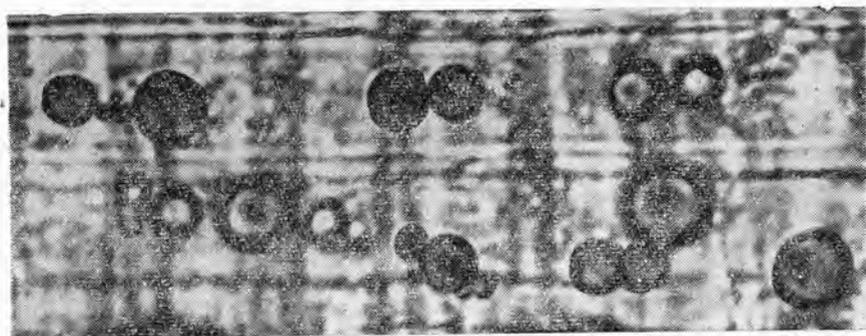
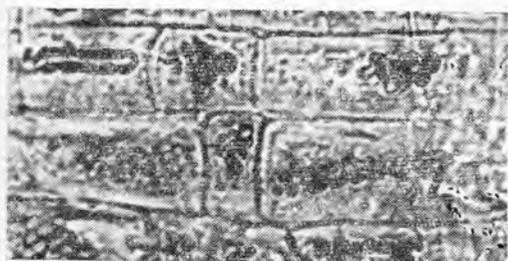


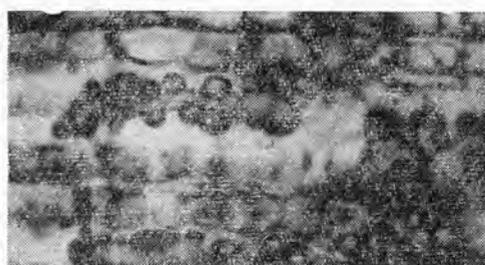
Рис. 3. Коацерватные капли окисленных полифенолов в древесине березы, обычно называемые ядровыми веществами. Увелич. в 250 раз.

всем не окрашивается этими реактивами. Красная окраска полифенолов свидетельствует об окислении их в хиноны.

В образцах древесины, находившихся в контакте с дереворазрушающими грибами, живые клетки лучевой паренхимы немедленно реагировали на их воздействие. При проникновении гиф в этих клетках образовались крупные коацерватные капли полифенолов. По мере



а



б

Рис. 4, а и б — дробление коацерватных капель в присутствии гиф гриба *Fomes fomentarius* (Fr.) Kickx. Увелич. в 250 раз.

роста гиф крупные капли дробились до мельчайших, окружая гифы как бы чехлом (рис. 4, а, б), и под действием ферментов грибов постепенно исчезали. Цвет коацерватных капель менялся от синезеленого до ярко-зеленого при действии нильского синего и от ярко-красного до темно-оранжевого при нитрозореакции. Изменение окраски фенольных веществ свидетельствовало об их окислении. Необходимо отметить, что, несмотря на сходство ферментативных систем использованных грибов, в присутствии гиф *Stereum purpureum* Fr. образовывались капли коацерватов более мелкие, чем под действием настоящего трутовика.

Судя по образованию коацерватов, внедрение грибов в живую древесину не вносит каких-либо принципиальных отличий в процесс раневой реакции, а только ее интенсифицирует.

Изучение явления коацервации важно для понимания ферментативных реакций в цитоплазме. Живая клетка в качестве саморегулирую-

щейся системы характеризуется уменьшением энтропии и ростом организованности. С образованием коацерватов гетерогенность цитоплазмы увеличивается. Постоянно меняющееся состояние цитоплазмы создает неустойчивость коацерватных структур из-за их промежуточного положения между золам и гелем. Коацервация наступает в результате понижения растворимости веществ, составляющих систему. При этом образуются две фазы: 1) обогащенная растворенным веществом — коацерват; 2) обедненная растворенным веществом — равновесная жидкость [2]. Понижение растворимости веществ и вследствие этого увеличение вязкости коллоидов цитоплазмы может быть вызвано разными причинами.

Существует много примеров обособления веществ в цитоплазме и вакуолях в виде коацерватных капель, которые часто возникают при неблагоприятных условиях. Например, было отмечено [4], что при развитии апельсина на питательной среде без цинка в вакуолях клеток корня появлялись полифенольные коацерваты. Такие соединения, как фенол, широкатехин, гидрохинон, оксигидрохинон, легко дают простые коацерваты с белками [3].

При ранении древесины и инфицировании ее микроорганизмами создаются условия, способствующие повышению проницаемости тонoplastа для полифенолоксидаз и образованию окисленных полифенолов в коацерватных каплях, которые принято называть ядровыми веществами. Дереворазрушающие грибы вызывают дробление крупных коацерватов на более мелкие.

Следовательно, ядровые вещества в древесине образуются в результате коацервации окисленных полифенольных соединений из вакуолярного раствора паренхимных клеток. Способ образования ядровых веществ как при ранении древесины, так и при инфицировании ее микроорганизмами не имеет специфического характера.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дженсен У. Ботаническая гистохимия. М., «Мир», 1965. [2]. Серебровская К. Б. Коацерваты и протоплазма. М., «Наука», 1971. [3]. Bungenberg de Jong H. G. Die Koacervation und ihre Bedeutung für Biologie. *Protoplasma*, 15, 1932. [4]. Duffrenoy J., Reed H. S. The respiratory processes in plant cells in relation to the formation of coacervates. *Plant Physiology*, 21, n. 3, 1946. [5]. Gagnon C. Polyphenols and discoloration in the elm disease investigated by histochemical techniques. *Canadian Journal of Botany*, 45 (11), 1967. [6]. Jurasek L. Vznik jadrovych latek v bukovem dreve. *Drevarsky vyskum*, 2, 1957.

Поступила 30 мая 1975 г.

УДК 674.09.2

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ОТПАДА ОТ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ЭКСПОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Л. С. СУРОВЦЕВА

Ленинградская лесотехническая академия

Цель исследования — установить качественный состав короткомерных пиломатериалов для решения задачи рационального и комплексного их использования.

В процессе распиловки пиломатериалов на экспорт и дальнейшей их обработки получается значительное количество отпада, то есть пиломатериалов, не отвечающих требованиям, предъявляемым к экс-

Таблица 1

Сводная контрольных сортировок
короткомерных пиломатериалов (отпада)

Показатели	Численные значения показателей, %, при длине пиломатериалов, м		
	$l_1 = 0,5 \div 0,9$	$l_2 = 1,0 \div 1,75$	Всего
Количество проверенных пиломатериалов	4,349	8,535	12,884
м ³	<u>6,832</u>	<u>14,371</u>	<u>21,203</u>
%	<u>33,8</u>	<u>66,2</u>	<u>100</u>
	<u>32,2</u>	<u>67,8</u>	<u>100</u>
Причина отпада:			
по качеству древесины			
сучки	<u>1,3</u>	<u>1,9</u>	<u>3,2</u>
	<u>2,4</u>	<u>2,5</u>	<u>4,9</u>
синева	<u>0,7</u>	<u>1,0</u>	<u>1,7</u>
	<u>3,6</u>	<u>5,2</u>	<u>8,8</u>
червоточина	<u>0,6</u>	<u>1,7</u>	<u>2,3</u>
	<u>0,1</u>	<u>0,1</u>	<u>0,2</u>
трещины	<u>2,4</u>	<u>2,5</u>	<u>4,9</u>
	<u>2,6</u>	<u>3,4</u>	<u>6,0</u>
гниль	<u>5,3</u>	<u>9,8</u>	<u>15,1</u>
	<u>2,8</u>	<u>10,8</u>	<u>13,6</u>
прочие пороки	<u>1,9</u>	<u>1,9</u>	<u>3,8</u>
	<u>3,2</u>	<u>9,3</u>	<u>12,5</u>
по дефектам обработки			
по толщине	<u>0,2</u>	<u>0,7</u>	<u>0,9</u>
	—	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>
по ширине	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,6</u>
	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,6</u>
волнистость	<u>0,2</u>	<u>1,2</u>	<u>1,4</u>
	—	—	—
кривизна	<u>4,8</u>	<u>8,7</u>	<u>13,5</u>
	<u>1,5</u>	<u>5,3</u>	<u>6,8</u>
покоробленность	<u>1,5</u>	<u>3,7</u>	<u>5,2</u>
	<u>0,1</u>	<u>1,1</u>	<u>1,2</u>
обзол	<u>10,6</u>	<u>23,6</u>	<u>34,2</u>
	<u>13,7</u>	<u>25,5</u>	<u>39,2</u>
риски и мшистость	<u>0,5</u>	<u>1,1</u>	<u>1,6</u>
	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,7</u>
механические повреждения	<u>3,5</u>	<u>8,1</u>	<u>11,6</u>
	<u>1,6</u>	<u>3,7</u>	<u>5,3</u>

Примечание. В числителе данные для ели; в знаменателе — для сосны.

портной продукции. Основные причины отпада — пороки древесины и дефекты обработки.

Сучки, червоточина, прорость, гниль и прочие пороки древесины являются природными дефектами, некоторую часть которых можно удалить при вторичном раскрое отпада от длинномерных пиломатериалов. Однако устранение этих дефектов весьма ограничено.

Отпад из-за дефектов обработки (обзол, кривизна, механические повреждения, неравномерности по ширине и толщине и т. д.) является техническим или производственным браком.

Чтобы получить объективные данные об отпаде и решить вопрос о дальнейшем его использовании, были проведены (на ЛДК им. В. И. Ленина, ЛДК № 1 и Соломбальском ЛДК) контрольные сортировки с распределением по длинам (на две группы: $l_1=0,5 \div 0,9$ м и $l_2=1,0 \div 1,75$ м), по породам (сосна и ель) и по качеству древесины и дефектам обработки.

При контрольной сортировке отпада определяли толщину, ширину и длину каждой доски, выявляли причину отпада и сорт в соответствии с ГОСТом 8486—66. Пиломатериалы толщиной 19, 22, 25 мм поступали на контрольную сортировку после сортировочной площадки в сыром виде, а толщиной 38, 44, 47, 50, 63, 75 мм от торцовочно-маркировочной установки сухими, после камерной сушки. Всего было просмотрено 6648 досок, из них 3889 сосновых и 2759 еловых.

Результаты исследования качественного состава короткомерных пиломатериалов представлены в табл. 1.

Выводы

1. Отпад от пиломатериалов экспортного назначения — в основном, вследствие дефектов обработки (ель 69%, сосна 54%).

2. В отпаде сосновой породы независимо от длины пиломатериалов (0,5—1,75 м) содержится примерно одинаковое количество дефектов обработки, а в отпаде еловой породы при длине пиломатериалов 1,0—1,75 м количество дефектов обработки на 6% больше, чем при длине 0,5—0,9 м.

3. Среди дефектов обработки самое большое место занимают недопустимые в экспортной продукции обзолы (острый и тупой); для ели 34,2%, для сосны 39,2% от всех причин отпада.

4. Качество древесины отпада сосновых пиломатериалов на 15% выше, чем еловых, причем в отпаде сосновых в группах длин 0,5—0,9 м и 1,0—1,75 м качество древесины почти одинаково (45,6 и 46,0%), а еловых при длине 0,5—0,9 м на 8% выше, чем при длине 1,0—1,75 м.

5. Основные причины отпада — цветные окраски и отчасти гниль, определяющие качество древесины, — составляют 14%.

6. Дополнительная обработка отпада и частичное удаление пороков (путем вырезки) позволят использовать его для получения различного вида полуфабрикатов.

Поступила 3 апреля 1975 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.844.1

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ НЕКОТОРЫХ СОЛЕЙ
ПЛАВИКОВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ПЛЕНЧАТОГО ДОМОВОГО ГРИБА
(*Coniophora cerebella* Schroet.)

В. А. СЕЛЕЦКАЯ, Д. А. БЕЛЕНКОВ

Уральский лесотехнический институт

Дана вероятностная оценка токсичности фтористого натрия, аммония, калия, цинка и железа. По содержанию фтора в древесине все соли, кроме железа, обладают практически одинаковой токсичностью на уровне защиты древесины с вероятностью 0,95. Показано хорошее совпадение аналитических и графических доз. Приведены диапазоны изменчивости доз, защищающих древесину с вероятностями 0,50 и 0,95, и кривые эффекта-действия, построенные по эмпирическим пробит-графикам.

Данные, характеризующие токсичность антисептиков для того или иного вида гриба и определенные различными методами, настолько разнообразны и неоднородны, что проводить по ним какие-либо обобщения или сравнения часто невозможно.

В целях получения более сравнимых показателей токсичности солей плавиковой кислоты и исследования изменения чувствительности пленчатого домового гриба на всем диапазоне токсически действующих доз нами использован метод оценки токсичности антисептиков для дереворазрушающих грибов, основанный на определении вероятности защиты древесины от разрушения [1], [2], [4].

Было испытано пять химически чистых соединений, растворимость которых характеризуется данными, приведенными в табл. 1 [7].

Таблица 1

Соль	Температура, °С	Растворимость в воде, %
Фтористый натрий NaF	20	4,17
	100	5,08
Фтористый калий, гидрат KF·2H ₂ O	20	94,93
	0	50,0
Фтористый аммоний NH ₄ F	10	74,0
	20	Труднораст- воримый
Фтористый цинк ZnF ₂	100	Растворимый
	25	8,94
Фтористое железо, гидрат FeF ₃ ·3H ₂ O	75	18,55

Примечание. Растворимость фтористого железа указана по З. А. Демидовой [6].

Все соли были испытаны дважды по одной схеме на различных культурах гриба.

Результаты оценки токсичности солей плавиковой кислоты для пленчатого домового гриба приведены в табл. 2 и на рис. 1 и 2.

Таблица 2

Соль	Концентрация раствора, %	Содержание сухой соли в древесине, %	Количество испытанных образцов	Вероятность защиты древесины	Пробит
NaF	0,008	0,014	150	0,11	3,80
	0,015	0,027	100	0,38	4,70
	0,015	0,026	100	0,34	4,59
	0,025	0,045	100	0,76	5,71
	0,020	0,034	165	0,54	5,10
	0,035	0,062	100	0,94	6,55
	0,025	0,043	100	0,71	5,55
	0,045	0,079	100	1,00	—
	0,030	0,058	150	0,91	6,36
	0,055	0,099	100	1,00	—
	Контроль	—	100	0,00	—
Контроль	—	100	0,00	—	
KF·2H ₂ O	0,010	0,021	100	0,07	3,52
	0,010	0,021	100	0,03	3,11
	0,020	0,042	100	0,35	4,61
	0,020	0,042	100	0,29	4,45
	0,030	0,064	100	0,58	5,20
	0,030	0,064	100	0,51	5,03
	0,040	0,085	100	0,70	5,53
	0,040	0,085	100	0,65	5,39
	0,050	0,106	100	0,84	6,00
	0,050	0,106	100	0,80	5,85
	Контроль	—	100	0,00	—
	Контроль	—	100	0,00	—
	NH ₄ F	0,010	0,019	100	0,15
0,015		0,029	100	0,17	4,05
0,020		0,038	100	0,62	5,30
0,020		0,039	100	0,51	5,02
0,030		0,058	100	0,86	6,10
0,025		0,049	100	0,71	5,55
0,040		0,077	100	1,00	—
0,030		0,058	100	0,92	6,40
0,050		0,096	100	1,00	—
0,040		0,078	100	1,00	—
Контроль		—	100	0,00	—
Контроль	—	100	0,00	—	
ZnF ₂	0,010	0,020	100	0,05	3,35
	0,010	0,020	100	0,08	3,60
	0,020	0,040	100	0,18	4,09
	0,020	0,040	100	0,26	4,35
	0,030	0,061	100	0,56	5,15
	0,030	0,061	100	0,61	5,28
	0,040	0,081	100	0,82	5,91
	0,040	0,081	100	0,86	6,08

Продолжение табл. 2

Соль	Концентрация раствора, %	Содержание сухой соли в древесине, %	Количество испытанных образцов	Вероятность защиты древесины	Пробит
ZnF ₂	0,050	0,101	100	0,94	6,55
	0,050	0,101	100	0,96	6,76
	Контроль	—	100	0,00	—
FeF ₃ ·3H ₂ O	Контроль	—	100	0,00	—
	0,015	0,031	100	0,04	3,25
	0,015	0,031	100	0,11	3,77
	0,030	0,062	100	0,16	4,00
	0,030	0,062	100	0,27	4,40
	0,045	0,092	100	0,30	4,47
	0,045	0,092	100	0,51	5,02
	0,060	0,123	100	0,50	5,00
	0,060	0,123	100	0,64	5,35
	0,075	0,154	100	0,77	5,75
	0,075	0,154	100	0,84	6,00
	Контроль	—	100	0,00	—
	0,090	0,181	100	0,94	6,55

Примечание. В числителе данные для I серии опытов; в знаменателе — для II серии.

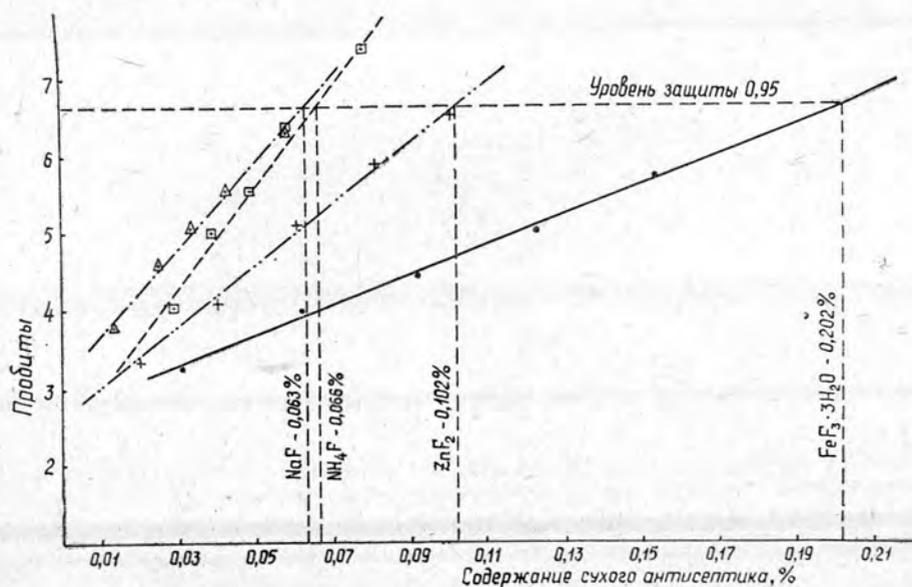


Рис. 1. Пробитированные кривые эффекта действия фтористого натрия, аммония, цинка и железа на пленчатый домовый гриб.

Для сравнения токсичности солей приняты дозы, обеспечивающие защиту древесины заболони сосны от разрушения пленчатым домовым грибом с вероятностью 0,95 [3]. Эти дозы, определенные графически, приведены в табл. 3.

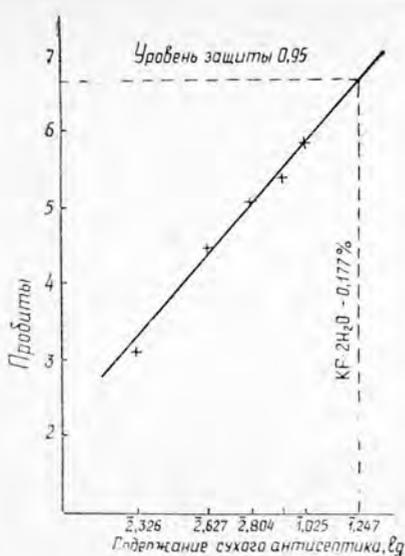


Рис. 2. Пробитированная кривая эффекта действия фтористого калия на пленчатый домовый гриб.

по закону нормального распределения, для фторида калия — по логнормальному распределению.

Наиболее высокой токсичностью для пленчатого домового гриба обладают фтористый натрий и аммоний. Соли цинка, калия и железа менее токсичны. Их дозы больше, чем для фтористого натрия, соответственно в 1,6; 2,78 и 3,14 раза (в расчете на кристаллическую соль).

Основным токсичным элементом в этих препаратах является фтор. Судя по данным последней графы табл. 3, первые четыре препарата практически не различаются по токсичности.

На рис. 3 изображены кривые эффекта действия фторидов натрия, аммония и калия от содержания в древесине фтора. Хотя дозы фтористого аммония и калия по фтору практически одинаковы, однако изменение чувствительности пленчатого домового гриба к этим солям происходит совершенно различно: для фторидов натрия и аммония —

Таблица 3

Соль	Повторность опыта	Содержание сухого вещества, % к весу абс. сухой древесины		
		в расчете на кристаллическую соль	в расчете на безводную соль	в расчете на фтор
NaF	I	0,063	0,063	0,028
	II	0,063	0,063	0,028
KF·2H ₂ O	I	0,173	0,107	0,035
	II	0,177	0,109	0,036
NH ₄ F	I	0,065	0,065	0,033
	II	0,066	0,066	0,034
ZnF ₂	I	0,102	0,102	0,037
	II	0,098	0,098	0,036
FeF ₃ ·3H ₂ O	I	0,202	0,137	0,069
	II	0,194	0,131	0,066

Такое необычное поведение фтористого калия свидетельствует о том, что этот антисептик имеет преимущества перед другими солями плавиковой кислоты в условиях возможной расконсервации древесины в процессе эксплуатации. Так, в интервале содержания в древесине чистого фтора 0,0055—0,0243% фтористый калий обеспечивает более высокую вероятность защиты древесины от разрушения, нежели фтористый натрий. Для фтористого аммония это различие еще больше.

Кроме графического анализа токсичности исследованных солей, был произведен аналитический расчет полученных данных по схеме К. А. Гара [5] и методике, предложенной Личфилдом и Уилкоксо-

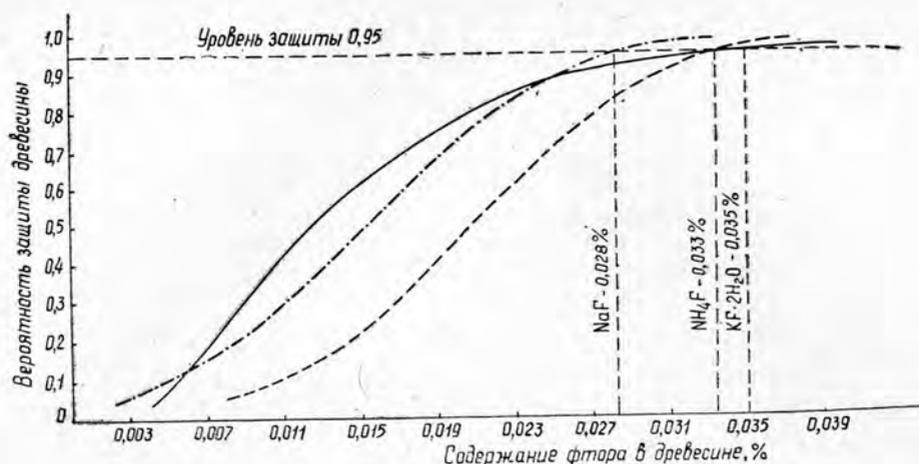


Рис. 3. Кривые эффекта действия фтористого натрия, аммония и калия по содержанию в древесине фтора на пленчатый домовый гриб.

ном [8]. При этом были определены уравнения регрессии дозы антисептика по пробитам и ряд статистических показателей, характеризующих изменение чувствительности гриба к яду.

Таблица 4

Соль и уравнение регрессии дозы соли, % по пробиту	Коэффициент корреляции, r	Ошибка коэффициента корреляции, m_r	Доза соли, защищающая древесину от разрушения с вероятностью, %		Доверительные границы изменения аналитических доз при $P=0,95$ для вероятности защиты древесины, %	
			0,50	0,95	0,50	0,95
NaF $X_p=0,034+0,017 \times (Y_p-5,03)$	+0,995	0,003	$\frac{0,034}{0,034}$	$\frac{0,063}{0,062}$	0,031 ÷ 0,037	0,051 ÷ 0,076
KF·2H ₂ O $X_p=0,776+0,293 \times (Y_p-5,09)$	+0,998	0,002	$\frac{0,056}{0,056}$	$\frac{0,173}{0,171}$	0,052 ÷ 0,060	0,146 ÷ 0,200
NH ₄ F $X_p=0,044+0,0135 \cdot (Y_p-5,24)$	+0,989	0,009	$\frac{0,041}{0,041}$	$\frac{0,066}{0,063}$	0,038 ÷ 0,044	0,056 ÷ 0,071
ZnF ₂ $X_p=0,060+0,024 \times (Y_p-5,04)$	+0,998	0,002	$\frac{0,060}{0,059}$	$\frac{0,102}{0,099}$	0,056 ÷ 0,065	0,089 ÷ 0,110
FeF ₃ ·3H ₂ O $X_p=0,103+0,0514 \cdot (Y_p-4,71)$	+0,995	0,004	$\frac{0,117}{0,118}$	$\frac{0,202}{0,203}$	0,108 ÷ 0,126	0,186 ÷ 0,221

Примечание. В числителе дозы соли, определенные графически; в знаменателе — определенные аналитически.

Результаты статистической обработки данных по оценке токсичности солей плавиковой кислоты для пленчатого домового гриба приведены в табл. 4, из данных которой видно, что для всех солей имеется высокая степень связи между дозами (или их логарифмами) и пробитами. Между дозами, определенными аналитическими и графическими, нет существенных различий, хотя последние определить значительно проще.

Как и следовало ожидать, доверительные границы изменения доз (при $P = 0,95$) значительно уже для вероятности защиты древесины от разрушения 0,50, чем для вероятности 0,95.

Выводы

1. Все испытанные соли плавиковой кислоты обладают высокой токсичностью для пленчатого домового гриба, что подтверждает перспективность их использования в качестве антисептиков, предохраняющих древесину от гниения в условиях, исключающих выщелачивание.

2. По возрастанию доз, защищающих древесину от разрушения пленчатым домовым грибом с вероятностью 0,95, исследованные соли располагаются в следующий ряд: фториды натрия, аммония, цинка, калия, железа.

3. Дозы испытанных солей, рассчитанные по содержанию в древесине фтора, различаются значительно меньше, чем дозы, определенные по содержанию кристаллической соли. Можно предполагать, что токсичность испытанных солей плавиковой кислоты определяется, главным образом, количеством содержащегося в ней фтора.

4. Изменение чувствительности пленчатого домового гриба к испытанным антисептикам происходит различно: для фторидов натрия, аммония, цинка и железа — по закону нормального распределения, для фторида калия — по закону лог-нормального распределения.

5. Изменение чувствительности пленчатого домового гриба к фтористому калию по закону лог-нормального распределения и высокая растворимость в воде определяют преимущество его перед другими испытанными соединениями в случае возможной расконсервации древесины при вымывании антисептика в одинаковых условиях службы.

6. Высокая степень связи между дозами (или их логарифмами) и пробитами, а также прямолинейность пробитированных кривых эффекта свидетельствуют о том, что пленчатый домовый гриб реагирует на токсическое воздействие доз испытанных солей плавиковой кислоты так же, как реагируют на действие ядовитых веществ совокупности других однородных организмов растительного и животного происхождения.

7. Пробитирование экспериментальных данных позволяет получить S-образные кривые, дающие полное представление об изменении чувствительности гриба к яду.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Беленков Д. А. Метод оценки токсичности антисептиков по вероятности защиты древесины. IX Менделеевский съезд по общей химии и прикладной химии. Секция химических средств регулирования роста и защиты растений. М., «Наука», 1965. [2]. Беленков Д. А. Метод оценки токсичности антисептиков по вероятности защиты древесины. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1966, № 2. [3]. Беленков Д. А. К обоснованию наиболее выгодного уровня вероятности защиты древесины для оценки токсичности антисептиков. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1966, № 4. [4]. Беленков Д. А. Биологическое обоснование и разработка метода оценки токсичности антисептиков для деструктивных грибов по вероятности защиты древесины. Дис. на соиск. учен. степени докт. биол. наук. Свердловск, 1968. [5]. Гар К. А. Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. Сельхозгиз, 1963. [6]. Демидова З. А. Исследование антисептических свойств кремнефторидов. — Труды Института биологии УФАН СССР, вып. 3. Сборник работ по фитопатологии, 1949, № 1. [7]. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М., «Химия», 1971. [8]. Litchfield I. T., Wilcoxon F. I. A simplified method of evaluating dose-effect experiments. Pharmacol. exper. therap., 1949, v. 96, № 2, p. 99—113.

УДК 634.0.813.13

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ «ВРЕДНОЙ» СМОЛЫ СУЛЬФИТНО-ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. А. ИВАНОВ, В. Н. ПИЯЛКИН, А. А. ЮРИНОВА
А. Т. ОЛЕЙНИК

Ленинградская лесотехническая академия, Котласский ЦБК

Установлено, что преобладающими компонентами смоляных отложений являются жирные и смоляные кислоты — 57—79%. В составе экстракционной смолы беленой сульфитной целлюлозы преобладают жиры и резены, суммарное содержание которых превышает 90%. Групповой состав экстракционной смолы еловой древесины в целом не отличается от ранее опубликованных данных.

В данной работе исследовали состав смол, отлагающихся на оборудовании сульфитно-целлюлозного производства Котласского ЦБК, а также состав экстракционной смолы исходного сырья — еловой древесины — и конечного продукта — беленой сульфитной целлюлозы.

Экспериментальная часть

Образцы смоляных отложений отбирали в местах скопления вредной смолы: на выходе из очистного отдела (до отбелки); на выходе из отбельного цеха и перед прессплатом — из напорного ящика. Образец целлюлозной смолы был получен после экстракции эфиром приблизительно 100 кг сульфитной целлюлозы.

Образцы смоляных отложений (вредной смолы), представленные Котласским ЦБК, содержали собственно смолу, целлюлозу и некоторое количество воды. Смолу извлекали эфиром исчерпывающей экстракцией в аппарате Соклета. После сушки эфирного раствора безводным Na_2SO_4 осушитель отфильтровывали и фильтрат упаривали досуха. В остатке получали эфирорастворимую часть смоляных отложений. Результаты экстракции образцов смоляных отложений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Компоненты	Количество компонентов, %, полученных в результате экстракции смоляных отложений		
	до отбелки	после отбелки	из напорного ящика
Вредная смола*, растворимая в диэтиловом эфире	57,35	47,69	49,50
Вода (по данным анализа)	8,11	18,20	37,20
Целлюлоза и потери	34,54	34,11	13,30

* В пересчете на абс. сухие смоляные отложения получено соответственно 62,41; 58,30; 78,82% эфирорастворимых смол.

Аналогичным образом была получена экстракционная смола еловой древесины с выходом 1,5% от абс. сухой древесины.

Образец целлюлозной смолы, представленный Котласским ЦБК, подвергали сушке в вакууме при 50°C с целью удаления следов экстрагента.

Схема разделения компонентов вредной смолы, а также экстракционной смолы древесины и целлюлозы приведена на стр. 98. Для выделения из смол отдельных групп веществ применяли обычные методы анализа, принятые в классической органической химии.

Результаты группового разделения смол приведены в табл. 2.

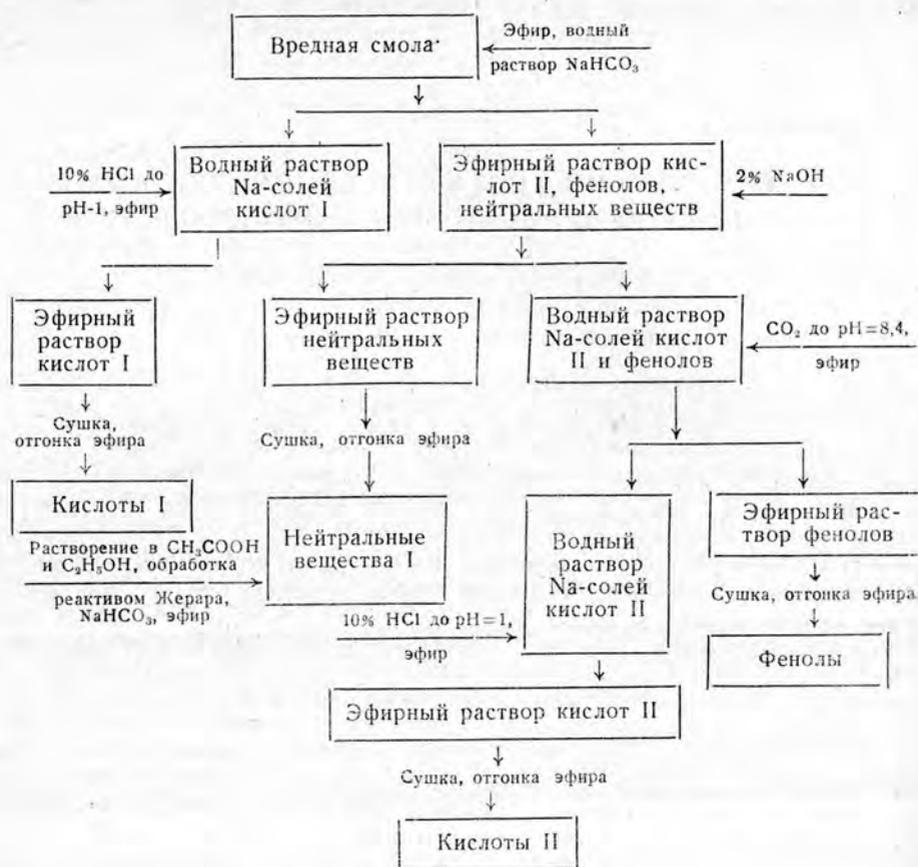


Схема 1.

Таблица 2

Компоненты	Количество компонентов, %, полученных в результате разделения				
	вредной смолы			экстракционной смолы	
	до отбелки	после отбелки	из напорного ящика	древесины	целлюлозы
Кислоты I	7,61	19,16	26,32	25,41	5,90
Кислоты II	19,18	32,75	35,32	6,28	2,70
Фенолы	9,46	11,15	2,05	23,38	0,0
Нейтральные вещества	44,23	36,94	29,80	25,51	91,40

Из данных таблицы видно, что преобладающими компонентами смоляных отложений после отбелки и из напорного ящика являются сильные кислоты (кислоты I) и слабокислые вещества (кислоты II и фенолы), суммарное содержание которых превышает 60%. В смоляных отложениях до отбелки преобладают нейтральные вещества. Данные по групповому составу экстракционных смол древесины и целлюлозы в целом не отличаются от приведенных в литературе [2—5]. Так, содержание нейтральных веществ в целлюлозной смоле соответственно равно 91,4% (табл. 2) и 92,3% [3], [4], суммарное содержание кислых компонентов в экстракционной древесной смоле — 55,07% (табл. 2) и 53,2% [2], [5] и т. д.

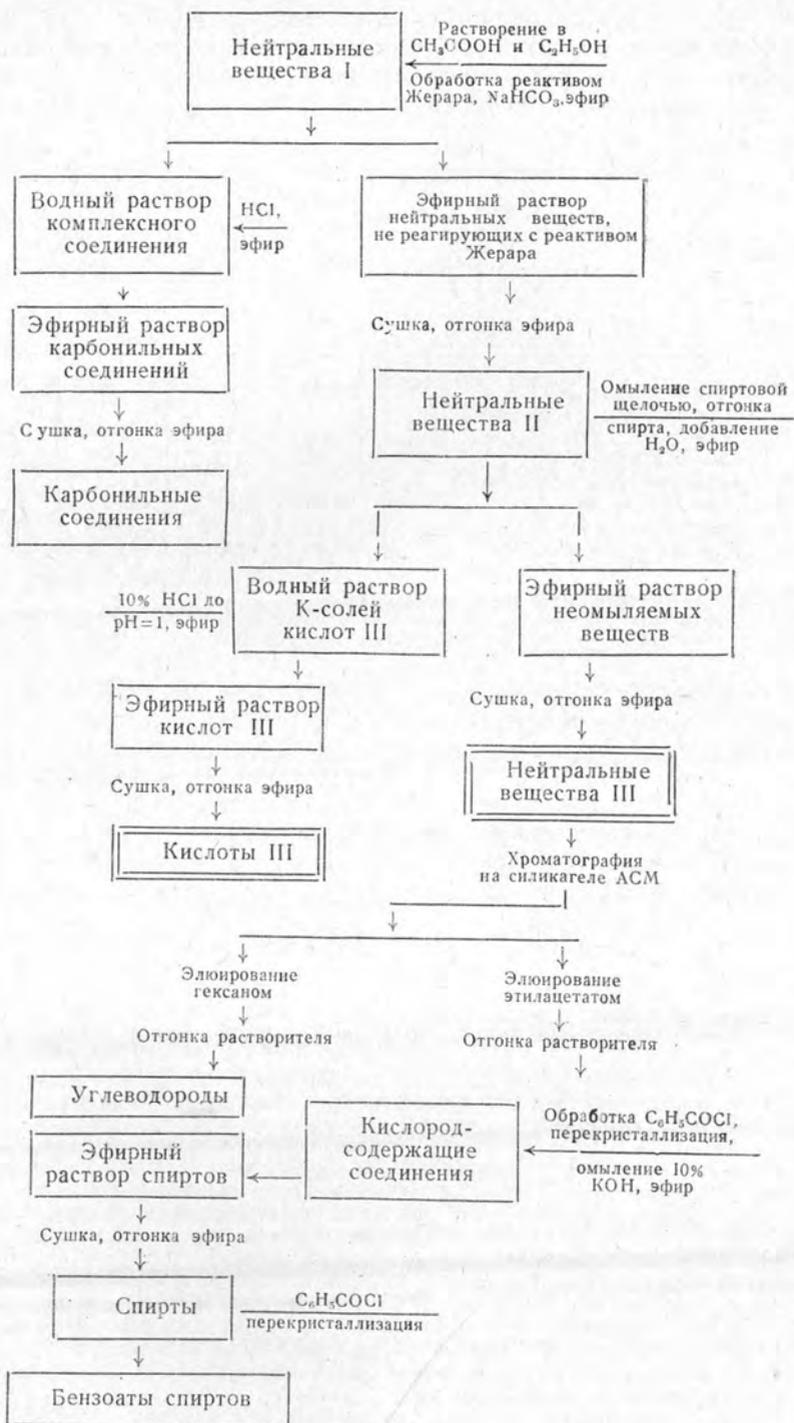


Схема 2.

С целью более детального исследования кислых и слабокислых компонентов смол была произведена их этерификация по способу

Твитчеля, модифицированному Вольфом и Шольце [7]. Разделение основано на том, что при 5-минутном кипячении с метанолом и серной кислотой жирные кислоты превращаются в метиловые эфиры, а смоляные остаются неизменными.

Таблица 3

Компоненты	Количество компонентов, %, полученных в результате этерификации (смесью $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$) кислотных компонентов			
	вредной смолы			экстракционной смолы древесины
	до отбелки	после отбелки	из напорного ящика	
Эфиры кислот I	82,90	80,40	74,30	47,00
Неизменные (смоляные) кислоты I *	12,00	16,84	14,60	47,90
Эфиры кислот II	64,40	83,71	83,70	23,10
Неизменные (смоляные) кислоты II *	26,00	16,25	14,80	61,55
Эфиры фенолов	84,60	38,50	77,50	14,00
Неизменные фенолы *	9,40	61,50	17,50	83,00

* Кислоты и фенолы, неметилируемые смесью $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$. Этерификацию кислотных компонентов экстракционной смолы целлюлозы не проводили из-за их недостаточного количества.

Результаты этерификации кислотных компонентов смол сведены в табл. 3 и показывают, что сильно- и слабокислые компоненты смоляных отложений состоят из смеси жирных и смоляных кислот с преобладанием жирных (76—84% от суммы кислот). «Фенолы» смоляных отложений содержат жирные кислоты, константа диссоциации которых очень близка к константе диссоциации истинных фенолов. В составе кислотных компонентов экстракционной смолы древесины преобладают смоляные кислоты, что согласуется с данными С. С. Малевской и С. К. Кахила [2], [5].

Схема разделения и анализа нейтральных веществ смол приведена на стр. 99.

Предварительно от нейтральных веществ смол отделяли карбонильные соединения по методике, предложенной М. Горяевым и М. Пливой III в нашей модификации.

Навеску нейтральных веществ I растворяли в 10-кратном количестве этилового спирта и к раствору добавляли реактив Жерара «Р» (хлористый пиридинацетогидразид), растворенный в ледяной уксусной кислоте. Реакционную смесь кипятили с обратным холодильником в течение 1 ч, охлаждали и выливали в стакан, содержащий смесь льда и воды (1:1). Содержимое стакана осторожно нейтрализовали сначала сухим NaHCO_3 , а затем его насыщенным водным раствором. Непрореагировавшие нейтральные вещества экстрагировали эфиром. После сушки и отгонки растворителя в остатке получали нейтральные вещества II. Остаток после экстракции эфиром подкисляли концентрированной HCl до $\text{pH} = 1$ для разрушения комплекса карбонильных соединений и реактива Жерара. Выделившиеся карбонильные соединения извлекали эфиром. В этих условиях в эфир переходит и часть уксусной кислоты, введенной в ходе реакции. Ее нейтрализовали водным раствором NaHCO_3 , эфирный раствор карбонильных соединений отделяли и сушили Na_2SO_4 . После фильтрации осушителя фильтрат упаривали досуха. В остатке получали суммарные карбонильные соединения.

После отделения карбонильных соединений нейтральные вещества II омыляли эфирным раствором KOH (кипячение с обратным холодильником в течение 3 ч). После охлаждения раствора большую часть спирта отгоняли, к остатку добавляли дистиллированную воду и щелочной раствор исчерпывающе экстрагировали эфиром. Эфирный экстракт промывали водой и сушили безводным сульфатом натрия. После отделения осушителя и отгонки эфира в остатке получали неомыляемые — нейтральные вещества III.

Результаты разделения нейтральных веществ смол приведены в табл. 4, данные этерификации кислот III (полученных в ходе омыления нейтральных веществ II) по методу Твитчеля—Вольфа [7] — в табл. 5.

Таблица 4

Компоненты	Количество компонентов, %, полученных в результате разделения нейтральных веществ				
	вредной смолы			экстракционной смолы	
	до отбелки	после отбелки	из напорного ящика	древесины	целлюлозы
Карбонильные соединения	4,43	2,13	6,30	17,00	2,60
Кислоты III, полученные после омыления нейтральных веществ II	56,60	43,19	40,50	32,12	37,60
Неомыляемые — нейтральные вещества III	34,10	25,69	51,71	38,80	21,40

Таблица 5

Компоненты	Количество компонентов, %, полученных в результате этерификации кислот III (смесью $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$)				
	вредной смолы			экстракционной смолы	
	до отбелки	после отбелки	из напорного ящика	древесины	целлюлозы
Сложные эфиры кислот III	68,88	73,42	78,00	57,92	54,50
Неизменные (смоляные) кислоты	25,33	25,40	16,00	31,59	39,41

Нейтральные вещества смоляных отложений содержат 40—60% жиров и 25—50% неомыляемых веществ — резенов (табл. 4). Кислотная часть жиров представляет собой смесь жирных и смоляных кислот с заметным преобладанием первых (табл. 5). Содержание карбонильных соединений в смоляных отложениях незначительно, в древесной смоле оно достигает заметной величины.

С целью получения дополнительных сведений о составе неомыляемых — нейтральных веществ III их разделяли на углеводороды и кислородсодержащие вещества по методу Кирчера и Миллера [6].

В качестве сорбента использовали кусковой мелкопористый силикагель марки АСМ, активированный в течение 48 ч при температуре 120°C. После активации влажность сорбента доводили до 2—3%.

Навеску неомыляемых веществ растворяли в n-гексане до концентрации 1% и после ввода в колонку с силикагелем производили элюирование углеводородов n-гексаном и кислородсодержащих — этилацетатом. Отгонку растворителей — гексана и этилацетата — производили в вакууме при 20°C.

Результаты разделения неомыляемых веществ смол сведены в табл. 6.

Из данных этой таблицы видно, что содержание углеводородов в неомыляемых значительно. Однако надо отметить недостаточную четкость разделения неомыляемых, на что указывает довольно высокое содержание кислорода в углеводородной части, достигающее в некоторых образцах 10—15%. В дальнейшем кислородсодержащие соединения очищали путем ацетилирования и бензоилирования спиртов с их последующей кристаллизацией.

Таблица 6

Компоненты	Количество компонентов, полученных в результате разделения нейтральных ПИ — неомыляемых веществ				
	вредной смолы			экстракционной смолы	
	до отбелки	после отбелки	из напорного ящика	древесины	целлюлозы
Углеводороды	68,16	73,60	15,80	43,54	50,53
Кислородсодержащие соединения	26,18	20,93	27,62	31,62	29,91
Не растворимые в н-гексане и потери	5,66	5,47	55,58	24,84	21,56

Таблица 7

Компоненты	Выход компонентов, %.				
	вредной смолы			экстракционной смолы	
	до отбелки	после отбелки	из напорного ящика	еловой древесины	сульфитной целлюлозы
Жирные кислоты:					
суммарное содержание	43,87	58,91	60,02	21,40	27,33
свободные	26,65	47,10	50,61	16,66	8,60
связанные	17,22	11,81	9,41	4,74	18,73
Смоляные кислоты:					
суммарное содержание	13,13	19,46	11,36	38,03	13,55
свободные	6,79	15,41	9,43	35,44	—
связанные	6,34	4,05	1,93	2,59	13,55
Нейтральные вещества:					
суммарное содержание	44,23	36,94	29,80	25,51	91,40
карбонильные соединения	1,96	0,79	1,88	4,34	2,38
жиры	27,18	26,66	12,51	11,28	69,46
В том числе неомыляемые вещества:					
суммарное содержание	15,08	9,49	15,41	9,90	19,56
углеводороды	10,28	6,98	2,43	4,31	9,88
кислородсодержащие соединения	3,95	1,99	4,26	3,13	5,85

На основании данных табл. 1—6 произведен расчет выхода отдельных компонентов смол Котласского ЦБК (табл. 7).

Выводы

1. Эфирорастворимая часть смоляных отложений (вредной смолы) Котласского ЦБК — сложная смесь соединений, состоящая из жирных и смоляных кислот, жиров и резенов. Преобладающими компонентами являются жирные и смоляные кислоты. Неомыляемые вещества смоляных отложений состоят из карбонильных соединений, углеводов и кислородсодержащих соединений.
2. В целлюлозной смоле в основном содержатся нейтральные вещества, их количество превышает 90%. Преобладающими компонентами являются жиры и неомыляемые (резены).

ЛИТЕРАТУРА

11. Горяев М., Плива М. Анализ эфирных масел. АН КазССР, 1962. [2]. Малевская С. С., Карнаухова В. Д. ЖПХ, 1956, 28, с. 401. [3]. Малевская С. С., Иванов М. А. Бюллетень научно-технической информации по материалам научно-исследовательских работ, № 47. Л., НИС ЛТА, 1957, с. 5—7. [4]. Малевская С. С., Касвинова М. М. Бюллетень научно-технической информации по материалам научно-исследовательских работ, № 47. Л., НИС ЛТА, 1957, с. 8—10. [5]. Kahila S. K. Paperi ja Puu; 39, 2, 1957, 35—44. [6]. Kircher J. G., Miller J. M. Ind. Eng. Chem., 44, 1952, 318—321. [7]. Wolff, Scholze. Chemiker Ztg., 38, 1914, 369.

Поступила 20 октября 1975 г.

УДК 547.992.3

АНАЛИЗ ЭПР-СПЕКТРОВ ЛИГНИНА

Н. А. НИКОЛАЕВА, Э. И. ЧУПКА, В. М. НИКИТИН

Ленинградская лесотехническая академия

Приведены результаты математического анализа ЭПР-спектров щелочных растворов лигнина.

В настоящее время накоплен значительный материал относительно изменения концентрации электронно-парамагнитных центров (ЭПЦ) в различных препаратах лигнина.

В работе Рекса [12] впервые указано на существование свободных радикалов в образцах древесины, лигнина и гуминовых кислот. Несколько позже Клайнерт обнаружил свободные радикалы в варочном щелоке [10]. Более подробно содержание радикалов в различных препаратах лигнина исследовал Стилинк [14].

Имеющийся литературный материал позволяет сделать некоторые выводы относительно факторов, влияющих на изменение концентрации ЭПЦ в препаратах лигнина. Установлено, что:

- 1) механо-химические воздействия приводят к увеличению концентрации ЭПЦ при размоле древесины [15];
- 2) термическое воздействие вызывает повышение концентрации ЭПЦ с увеличением температуры [13];
- 3) химическое иницирование (под действием окислителей) способствует повышению концентрации ЭПЦ [10];
- 4) увеличение рН растворов приводит к возрастанию концентрации ЭПЦ [9];
- 5) добавка восстановителей уменьшает концентрацию ЭПЦ в лигнине [6], [14].

Несмотря на значительный экспериментальный материал относительно факторов, влияющих на изменение концентрации ЭПЦ в лигнине, в литературе практически нет данных по исследованию концентрации и формы сигнала ЭПР щелочных растворов лигнина в условиях нагревания. Установлено лишь, что ЭПЦ в лигнине дают спектр, близкий по g -фактору к спектру свободного электрона ($g \sim 2,000$) [6], [14].

В данной статье приведены результаты* по исследованию изменения интенсивности и формы сигнала ЭПР во времени при нагревании

* Опыты по исследованию ЭПЦ в щелочных растворах лигнина выполнены в лаборатории Института высокомолекулярных соединений АН СССР.

щелочных растворов диоксанлигнина при температуре 90°C непосредственно в резонаторе спектрометра.

Опыты проводили под аргоном и на воздухе. Результаты показали, что нагревание растворов лигнина сопровождается увеличением интенсивности сигнала. Зависимость интенсивности от времени в обоих случаях проходит через максимум (рис. 1). Дальнейшее нагревание как под аргоном, так и на воздухе сопровождается достижением некоторой равновесной (стационарной) концентрации ЭПЦ.

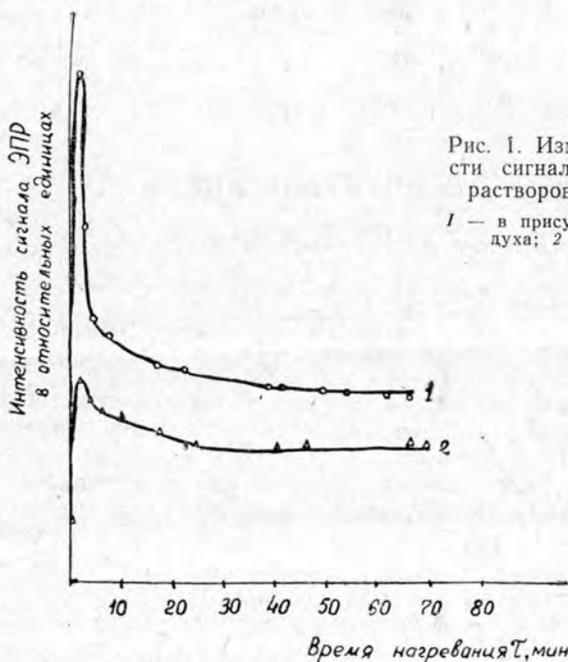
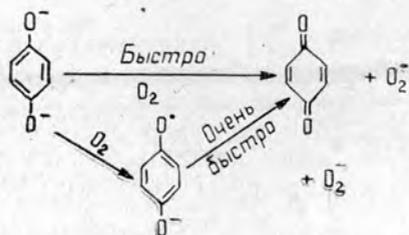


Рис. 1. Изменение интенсивности сигнала ЭПР щелочных растворов диоксанлигнина.

1 — в присутствии кислорода воздуха; 2 — под аргоном.

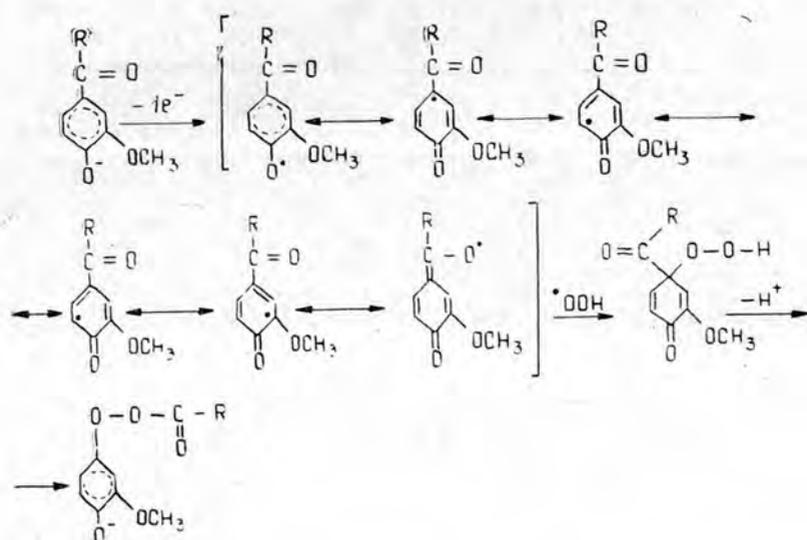
Следует отметить, что начальная и равновесная концентрация ЭПЦ при нагревании на воздухе значительно выше, чем под аргоном; относительные скорости гибели и образования также в первом случае больше. Это, очевидно, можно объяснить тем, что кислород воздуха выступает в роли окислителя и инициирует образование свободных радикалов. Известно, например, что гидрохинон быстро поглощает кислород, давая смесь продуктов [7].



Начальная скорость реакции окисления в случае системы хинон — гидрохинон выражается уравнением [7]

$$-d[O_2]dt = K[O_2][\text{хинон}][OH^-]^2. \quad (1)$$

Образование фенолят-иона катализирует окисление фенольных соединений кислородом в щелочной среде, поскольку отрыв электрона окислителем от фенолят-иона осуществляется гораздо легче, чем от нейтральной молекулы [4]. Вначале кислород реагирует с дианионом гидрохинона и дает радикал-ион (семихинон) и ион перокси-радикала. Образовавшийся семихиноидный радикал очень быстро вступает во взаимодействие с кислородом, превращаясь в хинон. Последний сразу же после своего возникновения реагирует с находящимся в избытке гидрохиноном, дополнительно образуя семихинон. Следовательно, хинон может выступать в роли дополнительного окислителя, увеличивая содержание семихиноидных радикалов [7]. Кроме семихиноидных радикалов, при окислении замещенных фенолов в щелочной среде возможно образование радикалов другого вида по схеме [11]



Из литературных данных известно, что при окислении фенолов в щелочной среде образуется сложная система, включающая в себя исходные фенолы, промежуточные продукты окисления (радикалы) и хиноны. Подвижное равновесие между этими компонентами системы, очевидно, обуславливает наличие равновесной концентрации ЭПЦ при нагревании диоксанлигнина (рис. 1). Аналогичная тенденция в изменении концентрации ЭПЦ при нагревании в щелочи наблюдалась нами ранее для некоторых модельных соединений структурного звена лигнина [2].

Более обширную информацию о природе и структуре ЭПЦ можно получить при детальном анализе формы спектров ЭПР. Математический анализ формы, в первом приближении, предусматривает установление соответствия экспериментального спектра ЭПР с теоретически рассчитанными гауссовым и лоренцевым спектрами [1].

Для расчета теоретических гауссовой и лоренцевой форм мы воспользовались уравнениями для 1-й производной спектра ЭПР [1]

$$\frac{dI_r}{dH} = -I_0 \sqrt{e} \cdot \frac{(H - H_0)}{\Delta H_{max}} \cdot e^{-\frac{2(H - H_0)^2}{(\Delta H_{max})^2}}; \quad (2)$$

$$\frac{dI_{\Delta}}{dH} = -I_0 \cdot \frac{16}{9} \cdot \frac{(H-H_0)}{\Delta H_{max}} \left(1 + \frac{4}{3} \frac{H-H_0}{H_{max}^2}\right)^{-2}, \quad (3)$$

где I_{Γ} и I_{Δ} — текущие величины интенсивности сигнала ЭПР для гауссовой и лоренцевой форм соответственно;

H — текущие параметры напряженности поля;

H_0 — начало отсчета напряженности поля;

ΔH_{max} — расстояние между максимумами;

I_0 — интенсивность сигнала ЭПР.

Из литературы известно, что гауссова форма линии наблюдается в системах, в которых отсутствует обменное взаимодействие между изолированными областями делокализации неспаренного электрона [3]. При наличии обмена линия спектра имеет лоренцеву форму в центре и гауссову по краям [3]. При сильном обмене линия спектра становится лоренцевой [3]. Дальнейшее усиление обменного взаимодействия и сильная делокализация неспаренного электрона может привести к сужению спектра до гауссовой линии и даже уже гауссовой [8].

Рассмотрим изменение формы сигнала ЭПР при нагревании щелочных растворов диоксанлигнина (температура 90°C). Для анализа были выбраны сигналы в наиболее характерных точках изменения концентрации ЭПЦ; сигналы ЭПР до нагревания (начальный сигнал); при нагревании в течение 0—3 мин (в зоне максимальной концентрации ЭПЦ) и 42—43 мин (в состоянии равновесия).

Все анализируемые нами сигналы представляют собой синглет. Концентрация ЭПЦ в образцах диоксанлигнина составляла $0,27 \cdot 10^{19}$ — $0,11 \cdot 10^{19}$ спин/г. Ширина сигналов ЭПР изменялась от 9,03 до 5,32 Э. Время жизни радикального состояния, рассчитанное по ΔH_{max} [5], составляло $0,55 \cdot 10^{-8}$ — $0,9 \cdot 10^{-8}$ с. Спектры ЭПР растворов диоксанлигнина, находящихся как под аргоном, так и на воздухе до нагревания имеют смешанную форму распределения и асимметричны (рис. 2, а, б). Более асимметричен сигнал ЭПР в присутствии кислорода воздуха (рис. 2, б).

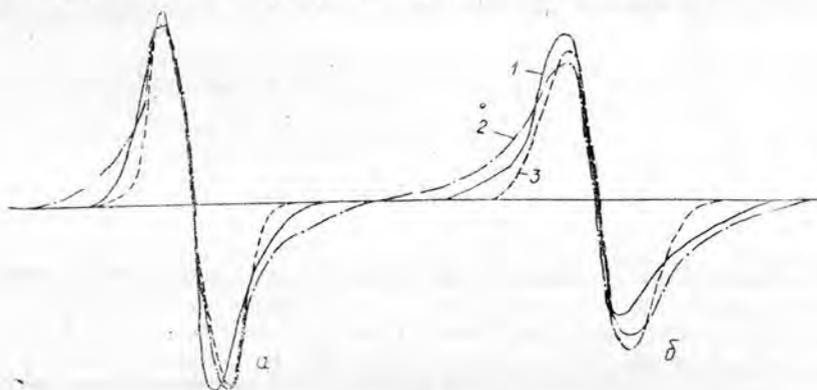


Рис. 2. ЭПР-спектры щелочных растворов диоксанлигнина до нагревания.

а — под аргоном; б — в присутствии кислорода воздуха; 1 — экспериментальный спектр; 2 — теоретический лоренцев; 3 — теоретический гауссов спектр.

Известно, что асимметрия сигналов ЭПР может быть обусловлена [8]: 1) анизотропией g -фактора (асимметрией электронного облака неспаренного электрона за счет его взаимодействия с соседними ядрами и электронами); 2) наложением сигнала другого вида радикалов, дающих спектр, при ином значении напряженности поля (то есть суперпозицией сигналов).

Как показали экспериментальные данные (рис. 3, 4), асимметрия сигнала ЭПР усиливается при нагревании. Причем форма сигнала приближается к лоренцевой в случае нагревания под аргоном и ос-

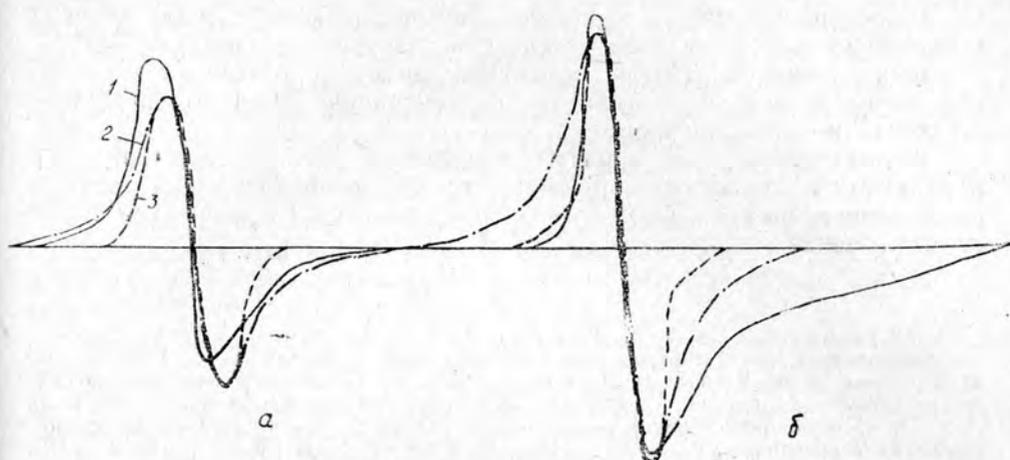


Рис. 3. ЭПР-спектры щелочных растворов диоксанлигнина при нагревании (90°C) в течение 0—3 мин.

a — под аргоном; *b* — в присутствии кислорода воздуха; 1 — экспериментальный спектр; 2 — теоретический лоренцев; 3 — теоретический гауссов спектр.

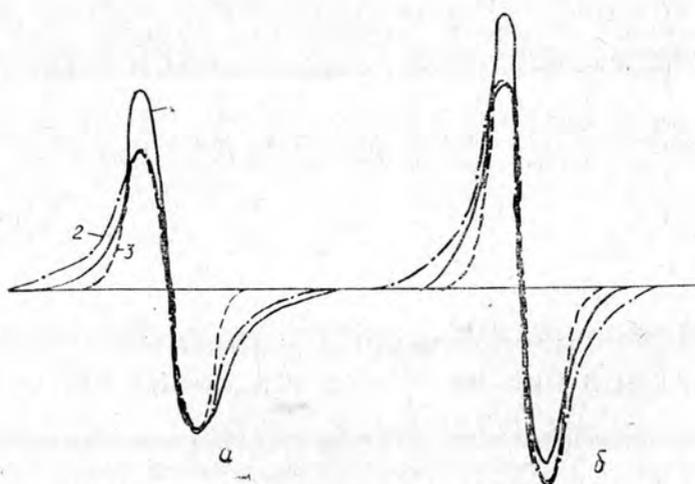


Рис. 4. ЭПР-спектры щелочных растворов диоксанлигнина при нагревании (90°C) в течение 43—47 мин.

1 — экспериментальный спектр; 2 — теоретический лоренцев; 3 — теоретический гауссов спектр.

тается смешанной при нагревании на воздухе. Присутствие кислорода воздуха вызывает большую асимметрию сигнала (рис. 3, *a, б*).

Увеличение времени нагревания до 43 мин приводит к некоторому изменению асимметрии. Оба сигнала ЭПР (на воздухе и под аргоном) асимметричны (рис. 4, *a, б*) и имеют смешанную форму распределения.

Итак, проведенный математический анализ показал:

спектры ЭПР щелочных растворов диоксанлигнина представляют собой асимметричный синглет;

нагревание растворов приводит к возрастанию концентрации ЭПЦ в первые минуты и вызывает увеличение асимметрии спектров ЭПР;

присутствие окислителя (кислорода воздуха) усиливает асимметрию сигнала ЭПР и увеличивает концентрацию ЭПЦ по сравнению с нагреванием под аргоном;

форма спектра ЭПР в начале нагревания как в присутствии кислорода, так и под аргоном приближается к лоренцевой, а при увеличении времени нагрева форма сигнала становится смешанной и более асимметричной.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Блюменфельд Л. А., Воеводский В. В., Семенов А. Г. Применение электронного парамагнитного резонанса в химии. Новосибирск, 1962, с. 240. [2]. Бронов Л. В., Чупка Э. И., Никитин В. М. Полярографическое исследование модельных соединений структурного звена лигнина при нагревании в щелочных средах. — «Химия древесины». 1974, 2. [3]. Дулов А. А., Слинкин А. А. Органические полупроводники. М., 1970, с. 125. [4]. Ершов В. В., Володькин А. А., Никифоров Г. А. Пространственно-затрудненные фенолы. М., 1972, с. 351. [5]. Колдин Е. Быстрые реакции в растворе. М., 1966, с. 310. [6]. Кузменьчук Л. В., Каминская В. М., Кутневич А. М., Чупка Э. И., Никитин В. М. Изменение спектров ЭПР при натронной и сульфатной варках. — В кн.: Химия древесины. 1972, 12, 29. [7]. Уоллинг Ч. Свободные радикалы в растворах. М., 1960, с. 531. [8]. ЭПР свободных радикалов в радиационной химии. М., 1972, с. 480. [9]. Fitzpatrick J. D., Steelink C. Benzosemiquinone radicals in alkaline solutions of hardwood lignins. — Tetrahedron Letters, 1969, 57, 5041. [10]. Kleinert T. N. Lignin preparations from rapid kraft pulping. — Pulp and Paper Mag. Can., 1966, 67, 6, 299. [11]. Kratzl K., Schafer W., Claus P., Gratzl J., Schilling. Zur oxydation von C¹⁴ markierten Phenolen (Ligninmodellen) in wabrig-alkoholischer Losung mit sauerstoff. — Monatshefte fur Chemie., 1967, 98, 3, 891. [12]. Rex R. W. Electron paramagnetic resonance studies of stable free radicals in lignin and humic acids. — Nature, 1960, 188, 1185. [13]. Steelink C., Tollin G. Stable free radicals in soil humic acids. — Biochem. Biophysic Acta, 1962, 59, 1, 25. [14]. Steelink C. Stable free studies of lignin, lignin degradation products and soil humic acids. — Geochimica Cosmochimica Acta, 1964, 28, 1615. [15]. Steelink C. Stable free radicals in lignins and lignin products. — Advance Chem. Series, 1966, 59, 51.

Поступила 20 февраля 1975 г.

УДК 634.0.867

ИССЛЕДОВАНИЕ СМОЛЫ, ПОЛУЧАЕМОЙ ПРИ ПИРОЛИЗЕ ШИХТОВЫХ БРИКЕТОВ

Е. В. ГРАЧЕВА, Э. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

При пиролизе брикетированного лигнина образуется ряд ценных продуктов, одним из которых является смола. Представлены общие физико-химические характеристики смолы. Методом газо-жидкостной хроматографии определены качественный и количественный состав суммарных фенолов. Даны характеристики нейтральных масел и выделенных из них групп соединений (методом элюентной хроматографии).

В настоящее время ферросплавная промышленность осваивает выплавку 75%-ного ферросилиция в закрытых печах. В связи с этим должен быть найден принципиально новый углеродистый восстановитель, отличающийся от металлургического кокса более высоким удельным электросопротивлением и большей реакционной способностью. Особый интерес представляет углеродистый восстановитель из лигнина. По ряду свойств он приближается к древесному углю, который яв-

ляется наилучшим углеродистым восстановителем. Однако для дальнейшего развития производства необходимо не только применять новые виды восстановителей, но и изменить методику подготовки шихтовых материалов к плавке. Многие технологические недостатки можно устранить, если измельченные компоненты шихты сбрикетовать после тщательного, перемешивания с целью получения гомогенных по структуре и химическому составу брикетов. Нами исследован процесс пиролиза таких брикетов.

Шихтовые брикеты имели следующий состав: гидролизный лигнин 55%; двуокись кремния 37%; железорудный концентрат 8%. После пиролиза их предполагают использовать в качестве сырья для производства 75%-ного ферросилиция.

Пиролиз брикетов осуществляли на лабораторной реторте, описанной ранее [3], при 400°C (эта температура максимизирует механическую прочность брикетов). В процессе пиролиза получается до 7% смолы. Изучение ее состава и свойств позволит оценить возможность получения из нее ценных химических продуктов и сделать процесс пиролиза шихтовых брикетов более экономичным.

По известным методикам [1], [2], [5] были определены общие физико-химические показатели полученной смолы. Из смолы кислотно-щелочным методом были выделены суммарные фенолы, нейтральные вещества и кислоты.

Таблица 1

Общие физико-химические показатели смолы	Численные значения показателей
Плотность d_{4}^{20} , г/см ³	1,058
Вязкость при 20°C, сПз	0,13
Показатель преломления n_D^{20}	1,4593
Кислотное число, мг/г	74,26
Йодное число, мг/г	110,0
Число омыления, мг/г	150,4
Влажность, %	4,10
Зольность, %	0,0785
Содержание серы, %	0,0161
Содержание в смоле, %	
фенолов	53,03
нейтральных веществ	35,64
кислот	4,27

Результаты анализов представлены в табл. 1, из данных которой видно, что смола пиролиза шихтовых брикетов, в основном, представлена фенолами и нейтральными веществами, поэтому их исследовали более подробно. Кислоты, ввиду низкого их содержания, не изучали.

Для определения качественного состава суммарные фенолы предварительно подвергали вакуумной разгонке на две фракции при остаточном давлении 10 мм рт. ст. Выход первой фракции 49,5%, температура разгонки 280°C в пересчете на атмосферное давление, выход второй фракции 13,8%, температура разгонки 320°C.

Вещественный состав фенолов фракций I и II определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе УХ-2 (для фракции I) и на хроматографе ЛХМ-7А (для фракции II) с детектором по теплопроводности. Анализ проводили на колонке из нержавеющей стали длиной 4 м с внутренним диаметром 4 мм. Неподвижной жидкой фазой служил апиезон М, нанесенный в количестве 20% на хромосорб W, зернением 60—80 меш. В качестве газа-носителя использовали гелий, скорость пропускания которого составляла 60 мл/мин. Для фракции I разделение проводили при 180—185°C. Идентификацию фенолов осуществляли методом добавок чистых веществ, их количественное содержание рассчитывали методом внутренней нормализации. Для фракции II разделение проводили с программным нагревом колонки от 100 до 250°C при скорости нагрева 2—5°/мин.

Таблица 2

Компоненты	Содержание, %, в			Выход, %, к брикетам
	I фракции	II фракции	смоле	
Фенол	9,55	0,16	2,57	0,1778
о-крезол	7,33	0,01	1,90	0,1292
м+п-крезол	10,16		2,64	
Гваякол	16,79	0,06	4,36	0,4762
2, 5диметилфенол	5,79	Следы	2,83	0,1924
2, 3 »	Следы	0,68	0,08	0,0054
Пирокатехин	26,11	2,52	6,96	0,4700
2, 4, 6триметилфенол	Следы	Следы	Следы	Следы
2, 4, 5 »	22,21	0,32	5,79	0,3939
Гидрохинон	1,55	20,20	1,88	0,1279
Резорцин	—	Следы	Следы	Следы
2метилрезорцин	—	1,97	0,14	0,0098
5 »	—	9,19	0,67	0,0456
2, 5диметилрезорцин	—	4,63	0,34	0,0229
4 этилрезорцин	—	3,64	0,26	0,0179
α-нафтол	—	4,35	0,32	0,0215
β- »	—	5,62	0,41	0,0278
2, 4дитретичный бутилрезорцин	—	4,63	0,34	0,0229
4гексилрезорцин	—	5,84	0,42	0,0289
Неидентифицированные	—	36,32	2,64	0,2398

Результаты представлены в табл. 2, из данных которой видно, что в состав суммарных фенолов входят 57% одноатомных и 31% двухатомных фенолов, в том числе значительное количество (до 20%) пирокатехина. По аналогии с древесной сухоперегонной смолой полученная смола и выделенные из нее фенолы могут быть использованы для получения ряда ценных химических продуктов [7].

Нейтральные масла разделяли на отдельные группы методом элюентной хроматографии на силикагеле марки КСК [6]. Полноту разделения углеводов на группы контролировали рефрактометрически по величине показателя преломления. Ранее было установлено, что при изучении группового состава нейтральных масел методом адсорбционной хроматографии ароматические углеводороды вымываются бензолом, нейтральные кислородные соединения — ацетоном, остаток на силикагеле — кипячением со спирто-бензольной смесью [6]. Соответственно определяли выходы групп веществ, вымываемых различными растворителями. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Группы веществ	Содержание веществ, %	
	в нейтральных маслах	в смоле
Ароматические углеводороды	80,32	28,11
Кислородсодержащие соединения	12,90	4,52
Осмолившиеся соединения	4,96	1,74

Из данных таблицы можно видеть, что нейтральные масла содержат 80% ароматических углеводородов, что в сочетании с низким содержанием серы (0,016%) дает основание рекомендовать эту часть смолы в качестве сырья для гетерогенно-каталитических процессов, направленных на получение низкокипящих ароматических углеводородов [4].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Боровая М. С. Лаборант нефтяной и газовой лаборатории. М., «Недра», 1968. [2]. Глузман А. Д., Эдельман И. И. Лабораторный контроль коксохимического производства. М., Metallurgizdat, 1968. [3]. Петров В. С. Автореферат диссертации. Красноярск, 1969. [4]. Рачинский А. В. Автореферат диссертации. Красноярск, 1972. [5]. Сумароков В. П., Володуцкая З. М., Клиских Е. В., Высотская В. А. Методы анализа продуктов пирогенетической переработки древесины. М.—Л., Гослесбумиздат, 1960. [6]. Тихомирова Г. В., Левин Э. Д. Материалы научно-технической конференции химической науки и производств. Красноярск, СТИ, 1969. [7]. Уваров И. П., Гордон Л. В. Древесные смолы. М., Гослесбумиздат, 1960.

Поступила 27 октября 1975 г.

УДК 547.455.526

ОКИСЛЕНИЕ КСИЛОЗЫ ИОНАМИ МЕДИ И ВЛИЯНИЕ НА ЭТОТ ПРОЦЕСС АНИОНА СОЛИ И ВЕЛИЧИНЫ pH

В. И. КРУПЕНСКИЙ, И. И. КОРОЛЬКОВ, Н. П. МИКУШ

Ленинградская лесотехническая академия

- Изучены кинетика и состав продуктов окисления ксилозы сульфатом и ацетатом меди при температурах 60—130°C и при различной кислотности. Показано, что в интервале $pH=0,5 \div 5,5$ окислительный распад ксилозы приводит к ряду органических кислот: шавелевой, гликолевой, глицериновой и др.

Реакции окисления моносахаридов солями переменновалентных металлов в кислой среде представляют значительный интерес для практики гидролизного производства. Изучение этих реакций позволит решить вопрос об использовании для гидролиза кислот, являющихся отходами различных металлургических производств, а также оценить потери сахара за счет окислительного действия примесей солей металлов, главным образом, железа и меди, попадающих в гидролизат в результате коррозии аппаратуры. Исследование процессов в слабокислых средах позволило бы судить о превращениях моносахаридов при нейтрализации гидролизатов, содержащих примеси солей переменновалентных металлов.

В данной работе мы исследовали превращения ксилозы под влиянием солей меди при различных температурах, значениях pH и концентрациях окислителя.

Ранее [2] нами было изучено взаимодействие 0,5 М хлорида меди с 3%-ным раствором ксилозы в 0,1 н. HCl при 130°C и выяснено, что распад ксилозы в этих условиях вызывается преимущественно каталитическим действием соляной кислоты, а восстановление ионов Cu^{2+} до одновалентного состояния (до CuCl) происходит за счет взаимодействия их с продуктами дегидратации ксилозы.

Поскольку здесь нам не удалось исследовать окисление ионами Cu^{2+} самой ксилозы, следующие опыты были проведены с сульфатом меди в растворе H_2SO_4 , имеющей вдвое меньшую каталитическую активность в реакциях распада моносахаридов по сравнению с соляной кислотой [4]. Концентрации $CuSO_4$, H_2SO_4 и ксилозы были такими же, как и для хлорида меди; температуры 130 и 100°C. Параллельно ставили опыты с растворами без соли меди, но содержащими 1 н. H_2SO_4 ,

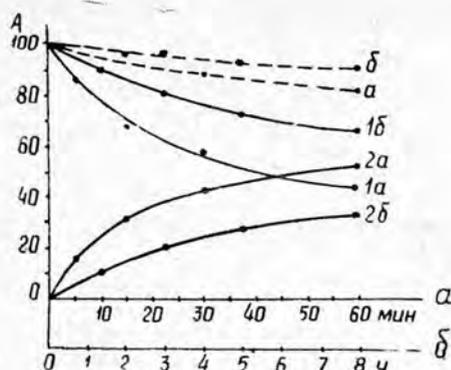


Рис. 1. Изменение концентрации компонентов растворов ксилозы в присутствии CuSO_4 .

1 — ксилоза; 2 — ион Cu^{2+} ; а — 130°C ; б — 100°C ; штриховые линии — ксилоза в отсутствие CuSO_4 ; А — количество ксилозы и восстановившегося иона Cu_3^{2+} , % к исходному.

то есть максимально возможную концентрацию для наших условий. Методики проведения опытов и анализа растворов описаны ранее [2].

Полученные в этих опытах кинетические кривые (рис. 1) показывают, что распад ксилозы в присутствии CuSO_4 значительно выше, чем под влиянием только серной кислоты, следовательно, здесь имеет место окисление ионами Cu^{2+} непосредственно ксилозы. Ионы Cu^{2+} восстанавливаются не до одновалентного состояния, а до металлической меди. Это обстоятельство обусловлено крайней неустойчивостью ионов Cu^{2+} в растворах, в результате чего CuSO_4 , а также $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ всегда восстанавливаются в водной среде до металла [3].

В табл. 1 приведены данные о компонентном составе растворов ксилозы, полученных при нагревании их в присутствии сульфата меди при различных температурах. Результаты свидетельствуют, что уже при 130°C окислительный процесс преобладает над дегидратацией ксилозы. Здесь, однако, побочные процессы еще наблюдаются. Так, после 15 мин реакции происходит также окисление накопившегося фурфурола и, следовательно, понижение его концентрации с одновременным появлением гуминовых веществ. Но при 100°C эти побочные процессы (как видно из табл. 1) почти исчезают. Это обстоятельство находит

Таблица 1

Длительность нагревания, мин	Концентрация ксилозы, %	Концентрация фурфурола, %	Выход фурфурола, % от распавшейся ксилозы	Выход гуминовых веществ, % от распавшейся ксилозы	Концентрация общих органических кислот, н.	Выход общих органических кислот, % от окисленной ксилозы*	Концентрация летучих органических кислот, н.	Выход летучих органических кислот, % от окисленной ксилозы*
0	2,91	—	—	—	—	—	—	—
0	2,84	—	—	—	—	—	—	—
5	2,53	0,14	37	—	0,030	112	0,004	14,9
60	2,60	0,018	7,5	—	0,048	137	0,004	11,4
15	1,90	0,37	37	—	0,086	120	0,012	17,0
180	2,24	0,027	4,5	—	0,108	116	0,010	10,7
30	1,68	0,26	21	1,8	0,150	110	0,018	13,5
300	2,09	0,039	5,2	—	0,134	117	0,014	12,2
60	1,35	0,23	15	2,5	0,215	108	0,023	11,9
480	1,90	0,047	5,0	1,7	0,170	117	0,019	13,1

Примечание. В числителе данные для температуры 130°C ; в знаменателе 100°C . Звездочкой отмечен выход в пересчете на уксусную кислоту.

Таблица 2

Состав органических кислот, полученный при окислении ксилозы солями меди

Кислота	Выход кислоты, % от окисленной ксилозы, при окислении		
	сульфатом меди (pH=0,5)		ацетатом меди (pH=5,0)
	130°C; 30 мин	100°C; 300 мин	60°C; 30 мин
Щавелевая	22	35	45
Глицериновая	3	9	14
Малеиновая	10	6	—
Гликолевая	10	15	16
Янтарная	15	10	3
Фумаровая	7	5	2
Пироглизиновая	6	3	—
Угольная	20	10	7
Муравьиная	10	9	12
Всего	103	102	99

отражение в составе органических кислот, образующихся в опытах при 100 и 130°C (табл. 2).

В том случае, когда одновременно с ксилозой окислению подвергается и фурфурол, в составе продуктов имеется большое количество янтарной, малеиновой, фумаровой и пироглизиновой кислот, то есть тех, которые образуются при действии на фурфурол и других окислителей, как, например, хлорат натрия и перекись водорода [1]. Когда же окисляется исключительно ксилоза, в составе растворов преобладают щавелевая, гликолевая и глицериновая кислоты. Присутствие значительных количеств муравьиной и угольной кислот указывает на глубокую деструкцию углеродной цепи ксилозы несмотря на то, что медные соли относятся к слабым окислителям (измеренная в наших опытах величина редокспотенциала составляла в исходном растворе 0,65 В).

Поэтому интересно провести окисление в еще более мягких условиях, исключая изомеризацию и деструкцию ксилозы из-за высо-

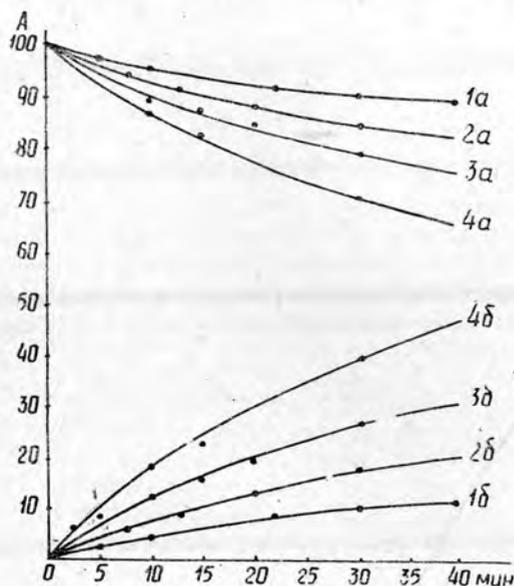


Рис. 2. Изменение концентрации компонентов растворов ксилозы в присутствии $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ при различных pH.

a — ксилоза; *б* — ион C^{2+} ; 1 — pH = 4,0; 2 — pH = 4,5; 3 — pH = 5,0; 4 — pH = 5,5; A — количество ксилозы и восстановившегося иона C^{2+} , % к исходному.

ких температуры и кислотности среды. Опыты были поставлены с ацетатом меди при 60°C в ацетатном буферном растворе при рН, равном 4,0; 4,5; 5,0; 5,5. Концентрации реагентов такие же, как и в опытах с хлоридом и сульфатом меди. Оказалось, что состав образующихся здесь кислот аналогичен полученному при окислении ксилозы CuSO_4 при 100°C (табл. 2); преобладают щавелевая, глицериновая, гликолевая кислоты. Это указывает на общий механизм окисления в широком диапазоне кислотности ($\text{pH} = 0,5 \div 5,5$).

Полученные в таких опытах кинетические кривые (рис. 2) указывают на равномерное увеличение скорости реакции при повышении рН. При всех изученных рН скорость реакции описывается уравнением первого порядка по каждому реагенту и увеличивается на каждые 0,5 единицы рН в 1,5 раза для ксилозы и в 1,7—1,8 раза для иона Cu^{2+} (табл. 3).

Таблица 3

Значения минутных констант скорости при окислении ксилозы ацетатом меди при различных рН и температуре 60°C

Реагент	Значение констант $K \cdot 10^2$ при рН, равном			
	4,0	4,5	5,0	5,5
Ксилоза	0,42	0,63	0,93	1,30
Ион Cu^{2+}	0,36	0,65	1,10	1,80

Для сравнения кинетики окисления ксилозы сульфатом и ацетатом меди были проведены опыты в одинаковых условиях, а именно при 100°C и следующих концентрациях: солей 0,1 г-моль/л, ксилозы 1%, кислот 0,1 н.

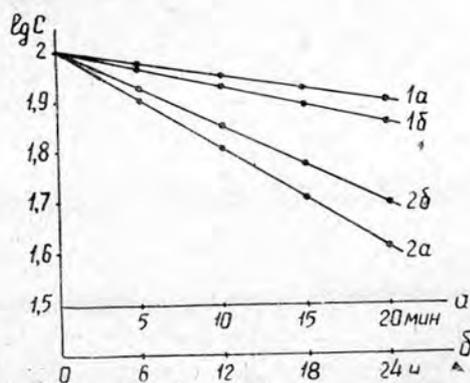


Рис. 3. Полулогарифмические зависимости изменения концентрации ксилозы и иона Cu^{2+} от времени при 100°C.

1 — ксилоза; 2 — ион Cu^{2+} ; а — в присутствии $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$; б — в присутствии CuSO_4 .

По полученным графикам найдено (рис. 3):
для CuSO_4

$$K_{\text{ксилозы}} = 0,224 \cdot 10^{-3};$$

$$K_{\text{Cu}^{2+}} = 0,480 \cdot 10^{-3};$$

для $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

$$K_{\text{ксилозы}} = 12,6 \cdot 10^{-3};$$

$$K_{\text{Cu}^{2+}} = 44,3 \cdot 10^{-3};$$

то есть реакция окисления ксилозы в слабокислой среде ($\text{pH} = 5,0$) протекает в 60 раз быстрее, чем в сильнокислой ($\text{pH} = 1,0$).

ЛИТЕРАТУРА

- 11). Абрамянц С. В. Окислительные превращения фурфурола в водных растворах. Кандидатская диссертация. Краснодар, 1970. 12). Крупенский В. И., Корольков И. И. Об окислительном действии хлорида двухвалентной меди на растворы ксилозы и фурфурола в кислой среде. — «Гидролизное производство», 1972, № 6, с. 10. 13). Латимер В. М. Окислительные состояния элементов и их потенциалы в водных растворах. М., ИЛ, 1954. 14). Шарков В. И., Сапотницкий С. А., Дмитриева О. А., Туманов И. Ф. Технология гидролизных производств. М., «Лесная промышленность», 1973, с. 35.

Поступила 28 марта 1975 г.

УДК 547.992.3

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ КИСЛОТ НА ЛИГНИН

Возможные пути образования катион-радикалов
лигнина в сильных кислотах *

М. Я. ЗАРУБИН

Ленинградская лесотехническая академия

Обсуждены возможные пути образования катион-радикалов лигнина в сильных кислотах. Приведена схема их образования и подтверждающие ее экспериментальные данные.

Парамагнитные свойства лигнина сразу привлекли внимание исследователей [16], [19]. Ряд авторов связывает появление парамагнитных свойств в лигнине с образованием в его молекуле свободных радикалов. Рекс [17] и Стилинк [20] полагают, что радикалы в лигнине семихинонного типа.

Исследования [11] показали отсутствие феноксильных радикалов в препаратах лигнина. По мнению М. И. Чудакова [12], парамагнетизм технических лигнинов связан с особенностями внутри- и межмолекулярных взаимодействий, характерных для полимеров с сопряженными связями и комплексов с переносом заряда. Акцепторно-донорные свойства отдельных структурных звеньев молекулы лигнина способствуют смещению электронной плотности и образованию парамагнитных центров, поэтому можно рассматривать лигнин как своеобразный комплекс с переносом заряда. Хотя общее количество парамагнитных центров в препаратах лигнина невелико (порядка одного на 30 000—60 000 фенилпропановых единиц для мягковыделенных лигнинов [18]) и они не могут оказывать существенного влияния на главное направление реакций при делигнификации древесины, выяснение природы их образования представляет определенный теоретический интерес.

Ранее нами [3] показано образование парамагнитных частиц при генерации некоторых бензильных и спирокагионов, содержащих электронодонорные группы, например OH или OCH_3 в пара- или орто-положении, в сильных кислотах (H_2SO_4 , H_3PO_4 , CF_3COOH , CCl_3COOH) или кислотах Льюиса.

Как выяснено в дальнейшем, парамагнитные частицы могут быть получены в указанных выше условиях при генерации целого ряда

* Предыдущая наша статья опубликована в «Лесном журнале» № 1 за 1974 год.

карбониевых ионов из модельных соединений лигнина [7] и красителей трифенилметанового ряда [4]. Парамагнитные свойства приобрела также и древесина при обработке сильными кислотами, а в технических препаратах лигнина при этом резко возросло количество парамагнитных центров [3]. Можно предполагать, что во всех этих случаях механизм образования парамагнитных частиц должен быть общим. Нами обсуждены возможные причины появления этих частиц.

По всей вероятности, парамагнитные частицы образуются при генерации карбониевых ионов в сильных кислотах непосредственно из карбониевых ионов. Об этом, например, свидетельствует такой факт, что при протонировании 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанола-1 и изоэвенола образуется один и тот же карбониевый ион и, согласно спектрам ЭПР, одна и та же парамагнитная частица.

Образование парамагнитных частиц при генерации карбониевых ионов может быть обусловлено или равновесным переходом диамагнитного карбониевого иона в парамагнитное состояние, например триплетное, или за счет межмолекулярного переноса электрона с молекулы карбониевого иона на молекулу окислительного агента, например растворенного кислорода.

Первоначально [3] мы предположили образование парамагнитных частиц за счет равновесного перехода диамагнитного карбониевого иона в триплетное состояние. Однако столь устойчивое триплетное состояние при комнатной температуре не получено. Исключение составляют бирадикалы с большим расстоянием между двумя неспаренными электронами, но спектр ЭПР таких систем не имеет отчетливой СТС [9]. Спектры ЭПР полученных нами парамагнитных частиц имели хорошо разрешенную сверхтонкую структуру [3].

Нами тщательно изучены реакции, имеющие место при получении вышеуказанных карбониевых ионов, с целью проследить, образуются ли парамагнитные частицы из первичных карбониевых ионов, продуктов их превращения или из исходных соединений в результате окисления. Сначала мы считали, что карбониевые ионы бензильного типа, содержащие электронодонорные группы ОН или ОСН₃, устойчивы в растворах сильных кислот [3]. Однако в дальнейшем методом электронной спектроскопии нами было установлено [7], что они устойчивы только в растворах сильных и суперкислот при низких температурах (-25°C и ниже). Этот вывод согласуется с данными других исследователей [15]. В электронных спектрах изученных ионов при низких температурах наблюдается интенсивная полоса поглощения в области 400 нм и малоинтенсивная в области 350 нм. Первая полоса, по всей вероятности, принадлежит первичному карбониевому иону.

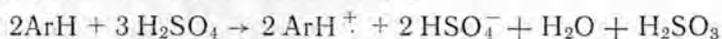
Малоинтенсивная полоса в области 350 нм нами обнаружена в электронных спектрах, снятых во фторсульфоновой кислоте даже при -70°C . С повышением температуры до $-(10 \pm 0)^{\circ}\text{C}$ в электронных спектрах поглощения указанных карбониевых ионов наблюдались резкие изменения, обусловленные реакциями с участием этих ионов. В частности, наблюдается резкое возрастание интенсивности полосы в области 350 нм во всех сильных кислотах. Одновременно понижалась интенсивность полосы в области 400 нм во всех изученных кислотах, кроме фторсульфоновой.

Рост интенсивности полосы в области 350 нм у растворов ионов бензильного типа, содержащих электронодонорные группы ОН или ОСН₃, обусловлен образованием димерного катиона при повышении температуры. Такое предположение хорошо согласовалось с экспери-

ментальными данными, например, при разбавлении водой растворов 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанола-1 и изоэвгенола в фосфорной или трихлоруксусной кислотах выделен димер — дизоэвгенол.

Одновременно с повышением температуры до $-(10 \div 0)^\circ\text{C}$ в электронных спектрах поглощения наблюдалось появление новой полосы поглощения в области 500 нм. Цвет раствора при этом менялся из желтого в ярко-малиновый.

Положение этой полосы несколько зависело от типа протонного растворителя [3]. По нашему мнению [3], [7], полоса в области 500 нм принадлежит парамагнитной частице, так как с ее появлением в спектре поглощения растворы приобретали парамагнитные свойства. В электронных спектрах поглощения ионов во фторсульфоновой кислоте полоса в области 500 нм отсутствовала и растворы не обладали парамагнитными свойствами. Так как ранее [3] генерацию карбониевых ионов мы проводили при температуре $-(5 \div 0)^\circ\text{C}$, то получающиеся растворы ионов имели сразу ярко-малиновую окраску (λ_{max} в области 500 нм) и обладали парамагнитными свойствами. Учитывая, что парамагнитные частицы при генерации карбониевых ионов в сильных кислотах появляются только при температурах ниже $-(10 \div 0)^\circ\text{C}$, когда растворы, согласно электронным спектрам, содержат вторичные карбониевые ионы, мы предположили образование парамагнитных частиц не из первичных ионов, а из продуктов их полимерных превращений — вторичных карбониевых ионов. В сильноокислой среде возможно существование только катион-радикалов. Обычно катион-радикалы получают при потере ароматической системой π -электрона в результате окисления. Некоторые ароматические углеводороды образуют в небольших количествах катион-радикалы при растворении в концентрированной серной кислоте [1]



По мнению некоторых исследователей [13], акцептором электрона в последнем случае выступает не серная кислота, а растворенный кислород.

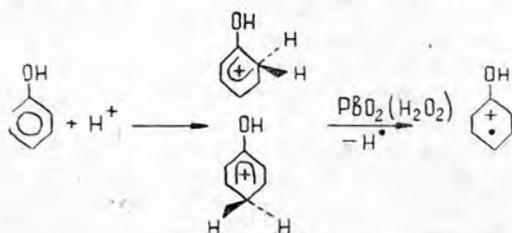
В нашем случае одни и те же парамагнитные частицы образуются при использовании в качестве протонирующего агента как концентрированной серной кислоты, так и тщательно обезгаженных вымораживанием в вакууме H_3PO_4 , CF_3COOH или CCl_3COOH , которые не являются окислителями.

Ранее нами [3], [7] приведены константы СТС для парамагнитных частиц, полученных при генерации карбониевых ионов из эвгенола, изоэвгенола, ванилинового спирта, 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанола-1, 1-[4-окси-3-метоксифенил]-этанола-1 и их метоксипроизводных. Сходные данные получены другими исследователями [21] для катион-радикалов, образующихся при окислении изоэвгенола, его метилового эфира и кониферилового спирта в H_2SO_4 и D_2SO_4 . Недавно нами [5] описан способ получения катион-радикалов из фенолов и их эфиров в сильных кислотах в присутствии акцепторов электронов, например, PbO_2 или H_2O_2 . Реакция их образования, по нашему мнению, протекает в две стадии.

Первая стадия заключается в протонировании молекулы фенола или его эфира в пара- или орто-положении с образованием комплекса присоединения протона (КПП). Такие комплексы известны в настоящее время для ароматических углеводородов [10] и фенолов [14]. Методом электронной спектроскопии нами также показано их образование при низких температурах из фенолов и некоторых мо-

дельных соединений лигнина в H_2SO_4 и HSO_3F . Эти комплексы не обладают парамагнитными свойствами.

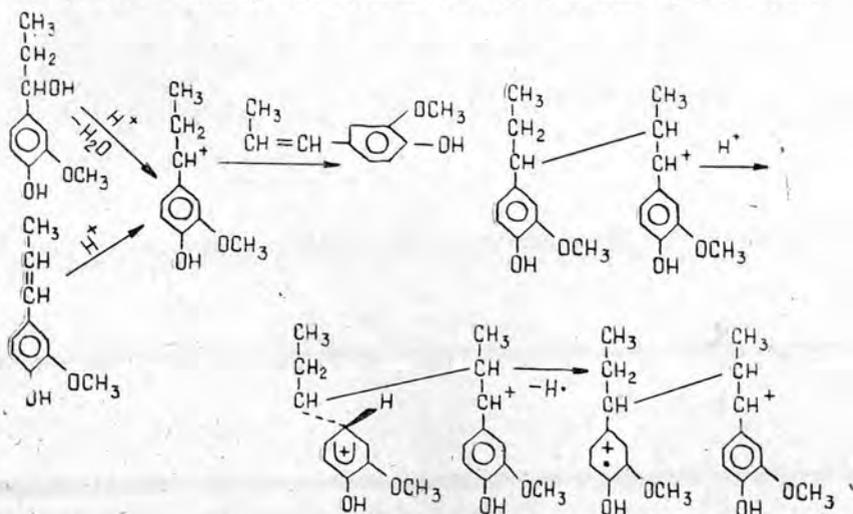
Вторая стадия реакции заключается в межмолекулярном переносе электрона от молекулы комплекса к акцептору электронов с образованием парамагнитной частицы катион-радикала



Электрон уходит от КПП в составе атома водорода или третичного радикала в случае соответственно замещенного КПП.

При добавлении PbO_2 в сернокислотный раствор бензильных карбониевых ионов, содержащих электронодонорные группы OH или OCH_3 , спектр ЭПР не менялся. Однако при больших количествах PbO_2 сверхтонкая структура в спектрах ЭПР исчезала и появлялся синглет. Выше было отмечено, что во фторсульфоновой кислоте при -70°C сигнал ЭПР отсутствовал, а при добавке PbO_2 появлялся сигнал ЭПР, отличный от получаемых в других кислотах (H_2SO_4 , H_3PO_4 , CF_3COOH или CCl_3COOH). Это и понятно.

Исходя из вышеприведенных данных, мы предложили следующую схему образования парамагнитных частиц в сильных кислотах:



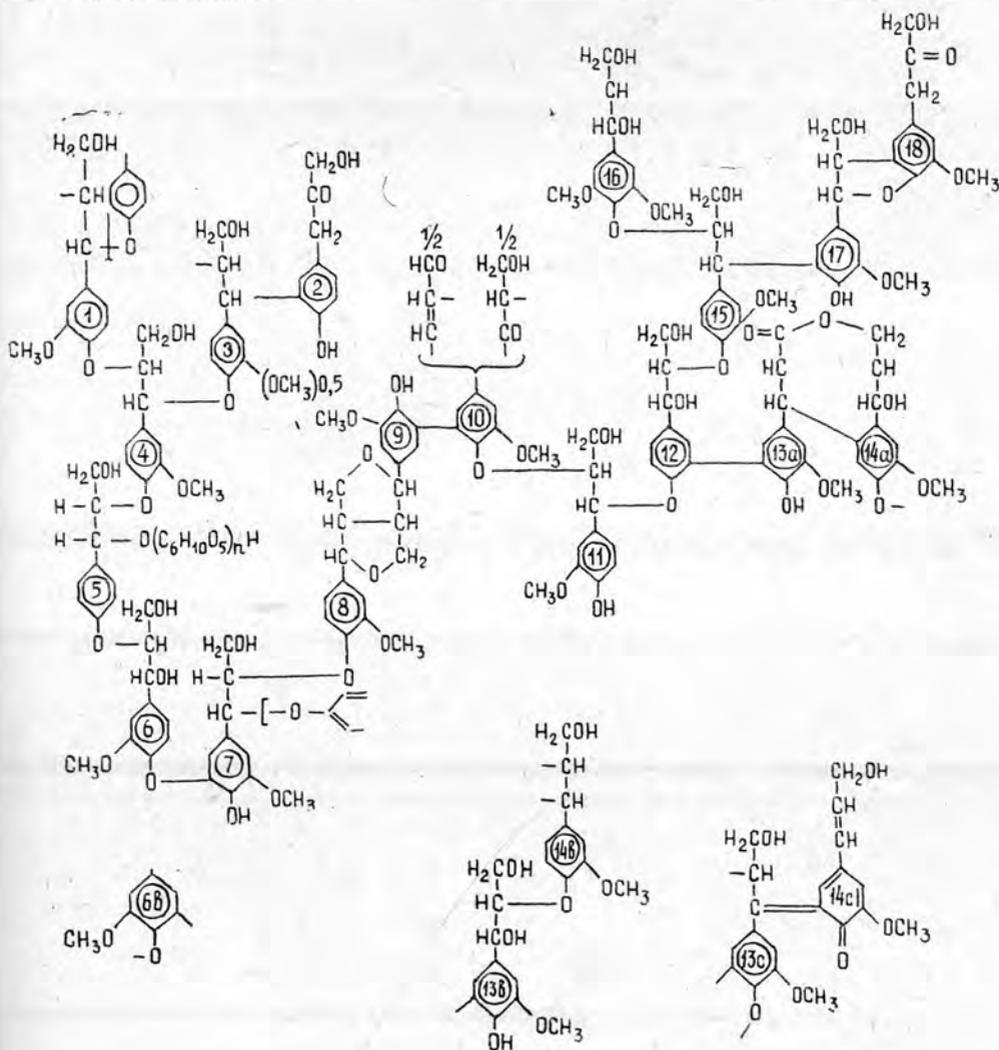
Роль акцептора электрона в данном случае, очевидно, выполняет карбониевый ион, выступающий как кислота Льюиса [2].

Экспериментальные спектры ЭПР парамагнитных частиц хорошо согласовались с формулами соответствующих катион-радикалов [3], [7].

Выше было отмечено, что при воздействии сильных кислот на еловую древесную муку и лигнин Бьеркмана последние также приоб-

ретали парамагнитные свойства; концентрация парамагнитных центров в технических лигнинах резко возростала. Механизм образования парамагнитных центров в молекуле лигнина, по нашему мнению, является общим с механизмом для модельных соединений. Недавно нами рассмотрены [8] возможные реакции кислотно-основного взаимодействия молекулы лигнина с сильными кислотами (HSO_3F , H_2SO_4 , H_3PO_4 , CF_3COOH и CCl_3COOH). Все реакции можно свести к двум видам.

Первый вид — протонирование π -электронов двойных углерод-углерод и углерод-кислородных связей (α - β -двойная связь, карбонильные группы) и p -электронов неподеленных пар атома кислорода (α , γ -бензильно-спиртовые и α , β -бензильно-эфирные группы) структурных звеньев молекулы лигнина, что приведет к образованию карбониевых центров в молекуле лигнина. Таким образом с сильными кислотами взаимодействуют структурные звенья лигнина 1, 4—13 (в, с), 14 (а, с), 16 и 17 (схема строения фрагмента молекулы лигнина по Фрейденбергу).



Образовавшиеся карбониевые центры в молекуле лигнина могут претерпевать те или иные дальнейшие свойственные им превращения в зависимости от строения, протонного растворителя и температуры.

Второй вид кислотно-основного взаимодействия сильных кислот с молекулой лигнина — протонирование π -систем ароматических ядер структурных звеньев лигнина с образованием σ -комплексов или комплексов присоединения протона (КПП), которые и являются главным источником катион-радикальных центров в молекуле лигнина. Такой вид протонирования имеет место в структурных звеньях лигнина, не содержащих у α -углеродного атома легко протонируемые группы, например, звенья 2, 3, 10, 13а, 14в, 15 и 18 фрагмента молекулы лигнина по Фрейденбергу.

По нашему мнению, парамагнитные свойства препаратов лигнина, подвергавшихся воздействию кислот, обусловлены катион-радикаль-

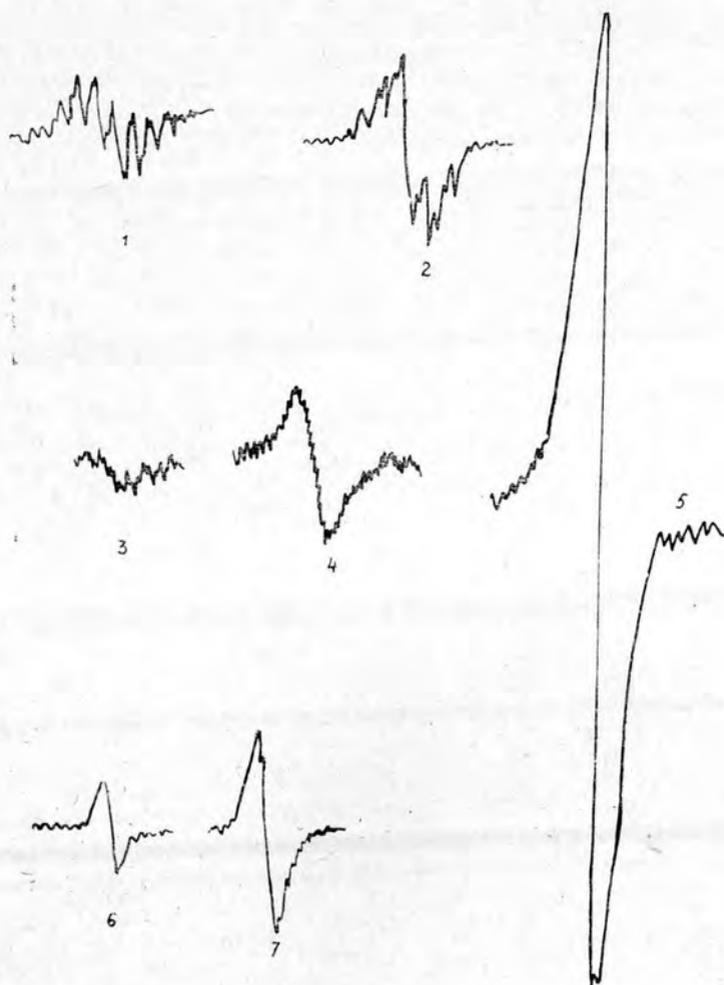
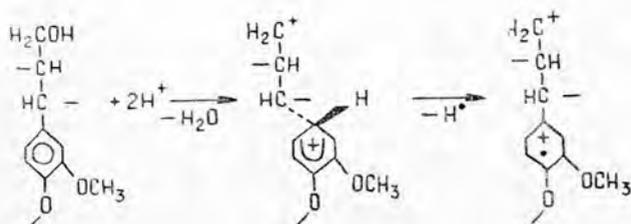


Рис. 1. Спектры ЭПР парамагнитных частиц.

1 — изоэвгенол в H_2SO_4 ; 2 — дегидродизоэвгенол в H_2SO_4 ; 3 — лигнин Бьеркмана сухой; 4 — лигнин Бьеркмана в CF_3COOH ; 5 — лигнин Бьеркмана в H_2SO_4 ; 6 — лигносульфовая кислота в H_2SO_4 ; 7 — лигносульфовая кислота в H_2SO_4 , с добавкой PbO_2 .

ными центрами, образовавшимися вышеописанным образом из протонированных по π -системе структурных звеньев лигнина.

Покажем в качестве примера возможный путь образования парамагнитного центра из структурного звена 3 фрагмента лигнина по Фрейденбергу



Концентрация парамагнитных частиц в препаратах лигнина, подвергавшихся обработкам сильными кислотами, наивысшая в образцах, наиболее богатых вышеприведенными структурными звеньями [6].

В роли акцептора электрона, возможно, выступают карбониевые центры молекулы лигнина. При введении в сернокислотный раствор препаратов лигнина в качестве акцептора PbO_2 или H_2O_2 концентрация парамагнитных центров дополнительно увеличивалась в два раза для образцов гидролизного лигнина и липносульфонатов. Сигнал ЭПР препаратов лигнина — синглет (рис. 1).

Реакция образования парамагнитных центров в лигнине является, по-видимому, одной из побочных реакций кислотно-основного взаимодействия лигнина с кислотами.

Экспериментальная часть

Методика эксперимента описана ранее [8, 9], [21]. В качестве модельных соединений лигнина использовали изовенгол, феруловую кислоту, кониферилловый и ванилиновый спирты, 1-[4-окиси-3-метоксифенил]-пропанол-1, β -гваяциловый эфир гваяцилгликоля и дегидродизовенгол. Из препаратов лигнина изучены лигносульфоновые кислоты, сульфатный, гидролизный и резорцин-лигнины.

ЭПР-спектры сняты на модифицированном приборе РЭ-1301. УФ-спектры — на автоматическом спектрофотометре «Спекорд».

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Герсон Ф. Спектроскопия ЭПР высокого разрешения. «Мир», 1973, с. 25.
- [2]. Исаакс Н. Практикум по физической органической химии. «Мир», 1972, с. 193.
- [3]. Зарубин М. Я., Кутневич А. М., Лукашенко А. П. — ЖОХ, 1974, т. 10, с. 400; в сб.: Химия древесины, 1974, № 15; ИВУЗ, «Лесной журнал», 1974, № 1. [4]. Зарубин М. Я., Кутневич А. М. — ЖОХ, 1974, 10, 2001. [5]. Зарубин М. Я., Кутневич А. М., Лукашенко А. П. — ЖОХ, 1974, 10, с. 402.
- [6]. Зарубин М. Я., Кутневич А. М. — В сб.: Химия древесины, 1974, № 15.
- [7]. Зарубин М. Я., Кутневич А. М., Руденко А. П. — ЖОХ, 1975, 11, 456, 1284. [8]. Зарубин М. Я., Крутов С. М., Иванова Т. А. — «Химия древесины», 1975, № 3, с. 68. [9]. Мак-Глинн С., Адзуми Т., Кинсита М. Молекулярная спектроскопия триплетного состояния. «Мир», 1972, с. 126. [10]. Перкампус Г. Г. Новые проблемы физической органической химии. «Мир», 1969, с. 257. Современные проблемы физической органической химии. «Мир», 1967, с. 148. [11]. Чудаков М. И., Самсонова А. П. и др. — Сборник трудов ВНИИГСа, 1966, 15, с. 285; «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1967, № 4, с. 13. [12]. Чудаков М. И. — Сборник трудов ВНИИГСа, 1971, 20, 151. Промышленное использование лигнина, «Лесная промышленность», 1972, 43. [13]. Kimura K., Yamada H. — Bull. chem. Soc. Japan, 1969, 42, 3032. [14]. Olah G. A., Mo Y. K. — I. org. chem., 1977, 38, № 2, 353. [15]. Olah T. A., Porter R. D., Kelly D. P. — I. Am. chem. Soc., 1971, 93, 464. [16]. Rex R. W. — Nature, 1960, 188, 1185. Klei-

bert T. N., Morton I. R. — Nature, 1962, **196**, 334. [17]. Rex R. W. — Nature, 1960, **188**, 1185. [18]. Sarkanen K. V. Lignins, 1971, 326. [19]. Steelink C., Reid T., Tollin G. — J. Am. chem. Soc., 1963, **85**, 4048. Freudenberg K. — Holzforsch., 1964, № 3, 18. Kleinert T. N. — «Tappi», 1966, 49, № 3, 126; 1967, 50, 120. Чудаков М. И., Броновицкий В. Е., Мальцев В. И., Окунь М. Г. — Сборник трудов ВНИИГСа, 1966, 15, с. 276; «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1967, № 4, 13; ДАН Узбекской ССР; 1968, 25, с. 30; Сборник трудов ВНИИГСа, 1971, 20, с. 151. Богомолов Б. Д., Прокшин Г. Ф., Домбург Г. Э. — В сб.: Химия древесины, 1969, № 4, с. 85. Бейгельман А. В., Непенин Ю. Н. — Техническая информация по результатам научно-исследовательских работ ЛТА, 1969, № 29. Иванов М. А., Бухтеев Б. М., Щербакова Л. Д. и др. — «Бумажная промышленность», 1970, № 4, с. 22; 1971, № 2, с. 8. Крейцберг З. Н., Сергеева В. Н., Эйтвиде М. Я. — В сб.: Химия древесины, 1970, № 6, с. 71; 1972, № 11, с. 46. Екабсоне М. Я., Крейцберг З. Н., Сергеева В. Н., 1973, № 13, с. 27. Белова Л. Т., Любешкина Е. Г., Маркова Г. С. и др. — «Высокомолекулярные соединения», 1973, 15, № 11, с. 2485. [20]. Steelink C., Reid T., Tollin T. — J. Am. chem. Soc., 1963, **85**, 4048. Tollin T., Steelink C. — Biochem. Biophys. Acta, 1966, **112**, 377; 1969, **184**, 420. Fitzpatrick I. D., Steelink C. Tetrahedron Letters, 1969, № 57, 5041. [21]. Sundholm Franiska. — Acta chem. scand. 1969, **23**, № 3, 1085. Suomen kemistiseurain tiedonantoja, 1969, **78**, № 4, 104, 113; comment. phys. — math. soc. sci. fenn., 1970, **36**, № 1—9, 103.

Поступила 16 мая 1974 г

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 65.011.56

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПНЕВМОПРИВОДА БРЕВНОСБРАСЫВАТЕЛЕЙ
ПО УПРОЩЕННОЙ МЕТОДИКЕ

П. В. ЛАСТОЧКИН, В. А. МЕЛЬНИК

Ленинградская лесотехническая академия

Архангельский лесотехнический институт

Изложен метод определения основных параметров пневмопривода бревносбрасывателей путем решения систем нелинейных дифференциальных уравнений, учитывающих движение механизма и процесс изменения давления в цилиндре, на аналоговой вычислительной машине (АВМ) МН-14. Приведены блок-схемы исследования систем уравнений на АВМ. Предложена методика упрощенного расчета пневмопривода бревносбрасывателей с возвратной пружиной.

В качестве привода бревносбрасывателей может быть использован пневматический привод, получивший широкое распространение в различных отраслях промышленности. Динамический расчет пневмопривода бревносбрасывателей сводится, в основном, к определению усилия на штоке и продолжительности рабочего и обратного ходов поршня (сбрасывающих рычагов). В пневматическом приводе бревносбрасывателя переходные процессы протекают с изменением количества воздуха при наполнении и опоражнивании полости цилиндра.

Изменение состояния воздуха при наполнении и опоражнивании объема рабочей полости цилиндра определяется уравнением теплового баланса [3]. Чтобы вычислить время перемещения поршня и сбрасывающих рычагов при рабочем и обратном ходах, уравнение движения системы решают совместно с уравнением теплового баланса.

Для бревносбрасывателя, у которого возврат поршня в исходное положение обеспечивается спиральной пружиной, уравнения изменения давления в цилиндре и движения системы в безразмерной форме имеют вид:

при рабочем ходе сбрасывающих рычагов

$$\begin{cases} kYdX + (X + X_0) dY = k\varphi(Y) d\tau; \\ \ddot{X} N^2 = Y - \nu X - \tau_{1a}; \end{cases} \quad (1)$$

при обратном ходе

$$\begin{cases} kY_a^{\frac{k-1}{2k}} \varphi_1(Z) \varphi(Z) d\tau = kZdX + (1 + X_0 - X) dZ; \\ \ddot{X} N^2 = \tau_{1b} - \frac{Y_a}{Z} - \nu X, \end{cases} \quad (2)$$

где k — показатель адиабаты;

Y — относительное давление в цилиндре при рабочем ходе поршня;

- X — перемещение поршня;
 X_0 — координата, характеризующая начальный объем полости;
 $\varphi(Y)$ — функция расхода;
 τ — безразмерное время движения поршня;
 N — постоянная величина, характеризующая конструктивные параметры, массу привода и давление в пневмомагистрали;
 ν — безразмерная жесткость пружины;
 η_a — относительная нагрузка на поршень;
 Z — относительное давление в цилиндре при обратном ходе поршня;

$$Y_a = \frac{p_a}{p_m} \quad (\text{здесь } p_a \text{ — атмосферное давление;}$$

$$p_m \text{ — давление в магистрали);}$$

$$\varphi_1(Z) = Z^{\frac{k+1}{2k}};$$

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

$$\eta_b = \eta + \nu + Y_a,$$

здесь η — относительная нагрузка на поршень при обратном ходе.

Системы дифференциальных уравнений (1) и (2) решены на электронной моделирующей установке (АВМ МН-14). Машинные переменные в этих уравнениях обозначим через ξ и ε , а машинное время — через t . Тогда $\xi = X$; $\varepsilon = Y$; $\varepsilon_b = Z$; $t = \alpha_f \tau$. (где α_f — масштаб времени).

Используя эти обозначения и принимая во внимание пилообразный характер изменения нагрузки на штоке при сброске бревен различного диаметра, получим:

для рабочего хода поршня (сбрасывающих рычагов)

$$\begin{cases} \dot{\varepsilon} = 2f_1(\xi) [\varphi(\varepsilon) - 5\varepsilon\dot{\xi}]; \\ \ddot{\xi} = [\varepsilon - 0,05\xi - f_3(\xi)] f_4(\xi); \end{cases} \quad (3)$$

для обратного хода поршня (сбрасывающих рычагов)

$$\begin{cases} \dot{\varepsilon}_b = 2f_2(\xi) [0,198\varphi_1(\varepsilon_b) - 5\varepsilon_b\dot{\xi}]; \\ \ddot{\xi} = 0,024 - \frac{0,013}{\varepsilon_b} - 0,0055\xi, \end{cases} \quad (4)$$

где

$$f_1(\xi) = \frac{0,14}{\xi + 0,14}; \quad f_2(\xi) = \frac{0,14}{1,14 - \xi};$$

$$f_3(\xi) = \eta_a; \quad f_4(\xi) = \frac{1}{\alpha_f^2 N^2}.$$

На рис. 1 приведены блок-схемы решения уравнений (3) и (4) на АВМ МН-14. В результате исследований получены зависимости времени рабочего и обратного ходов поршня (сбрасывающих рычагов) от нагрузки на штоке и величин N и ν .

Основные параметры пневмопривода бревеносбрасывателя можно определить также по упрощенной методике расчета, взятой с некоторыми изменениями из работ [1—3].

Предварительно необходимо задаться следующими величинами: диаметром поршня D ; диаметром отверстия для входа воздуха d ; на-

чальным объемом полости V_0 ; рабочим ходом поршня S ; давлением воздуха в магистрали p_m ; силами полезного (сопротивление перемещению бревна по траверсам) и вредного сопротивления (силы трения) P_2 и P_1 ; весом поступательно-движущихся частей привода (поршня, штока, передаточного механизма и рычагов) P_3 ; диаметром D_T и длиной подводящего трубопровода l_T .

На рис. 2, *a* изображена циклограмма пневмопривода бревносбрасывателя, из которой видно, что подготовительный период включает два интервала времени: 1) время t'_3 наполнения объема V_0 (рис. 2, *б*) до начала движения поршня и сбрасывающих рычагов; 2) время t'_2 наполнения полости объемом V'_1 (рис. 2, *б*) до начала движения бревна по траверсам. Объем полости цилиндра V'_1 переменный и зависит от диаметров сбрасываемых бревен.

На циклограмме (рис. 2, *a*) обозначено: t_1 и t'_1 — время срабатывания кранового распределителя соответственно при рабочем и обратном ходах поршня;

t_2 и t'_2 — время распространения волны давления от распределителя до рабочего цилиндра также при рабочем и обратном ходах поршня.

Величины t_1 и t_2 , а значит и t'_1 и t'_2 занимают небольшую долю в интервале времени подготовительного периода, поэтому при расчетах ими можно пренебречь.

Величины относительного давления в полости цилиндра (рис. 2, *б*) в момент начала движения сбрасывающих рычагов X_1 и в момент начала движения бревна по траверсам X_2 различны.

На участках движения (рис. 2, *б*) поршня $X_1—X_2$ (подход рычагов к бревну) и $X_2—X_3$ (сброска бревна) значения конструктивного параметра N различны. К тому же участки движения поршня $X_1—X_2$ и $X_2—X_3$ изменяются по длине в зависимости от диаметра сбрасываемых бревен. Отсюда следует, что и время t_{11} движения поршня на участках $X_1—X_2$ и $X_2—X_3$ также различно.

Упрощенный расчет пневмопривода бревносбрасывателя, у которого возврат поршня в исходное положение осуществляется при помощи спиральной пружины, выполняют в следующем порядке.

1. Определяют относительное давление в момент начала движения поршня и сбрасывающих рычагов

$$\eta'_a = \frac{P_0 + P_1}{p_m F} + Y_a,$$

где P_0 — сила начального натяжения пружины;
 $F = 0,785D^2$.

2. Относительное давление в момент начала движения бревна по траверсам

$$\eta''_a = \frac{P_0 + P_1 + P_2}{p_m F} + Y_a.$$

3. Коэффициент гидравлического сопротивления системы

$$\zeta = \frac{1}{2} \lambda \frac{l_T}{D_T},$$

здесь λ — коэффициент трения воздуха в трубе.

4. Коэффициент расхода воздуха μ подводящей линии, равный коэффициенту расхода μ_T эквивалентного трубопровода, находят по графику (рис. 3, *a*) в зависимости от $\lg \zeta$.

5. Значения функций $\psi_1(Y'_2)$ и $\psi_1(Y_1)$ для $Y' = \eta_a$ и $Y'_1 = Y_a$, а функций $\psi_1(Y''_2)$ и $\psi_1(Y''_1)$ для $Y''_2 = \eta''_a$ и $Y''_1 = \eta'_a$ определяют по рис. 3, б.

6. Время t'_3 наполнения начального объема V_0 до начала движения поршня и время t''_3 наполнения объема V'_1 до начала движения бревна по траверсам (рис. 2, а, б) можно определить из выражения

$$t_3 = 3,62 \cdot 10^{-3} \frac{V'}{\mu f} [\psi_1(Y_2) - \psi_1(Y_1)]$$

(где f — площадь отверстия для входа воздуха в полость), подставив соответственно значения V_0 и V'_1 .

7. Значение конструктивного параметра на участке движения поршня $X_1 - X_2$ (рис. 2, б)

$$N_1 = 350,5 \frac{\mu f}{D^3} \sqrt{\frac{P_0}{\rho_M S_0}}$$

8. Значение конструктивного параметра на участке движения поршня $X_2 - X_3$ (рис. 2, б)

$$N_2 = 350,5 \frac{\mu f}{D^3} \sqrt{\frac{P_0 + P_2}{\rho_M S_1}}$$

9. Безразмерное время τ_s^1 перемещения поршня на участке движения $X_1 - X_2$ можно определить, воспользовавшись графиками зависимости между τ_s и конструктивным параметром N для различных значений нагрузок η_a и относительной жесткости ν возвратной пружины (на рис. 3, в сплошные линии).

10. Безразмерное время τ_s^2 перемещения поршня на участке движения $X_2 - X_3$ по значениям N_2 , η''_a и ν определяют также с помощью графиков (рис. 3, в).

11. Действительное время перемещения поршня (сбрасывающих рычагов) на участке движения $X_1 - X_2$

$$t'_{II} = 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{S_0 D^2}{\mu f} \cdot \tau_s^1$$

12. Действительное время перемещения поршня на участке движения $X_2 - X_3$

$$t''_{II} = 1,03 \cdot 10^{-3} \frac{S_1 D^2}{\mu f} \cdot \tau_s^2$$

13. Время рабочего хода сбрасывающих рычагов

$$t_{сбр} = t'_3 + t''_3 + t'_{II} + t''_{II}$$

14. Безразмерное давление Z_2 в момент начала движения поршня при обратном ходе сбрасывающих рычагов определяют из зависимости

$$Z_2 = \frac{Y_a}{\eta + \nu + Y_a},$$

где

$$\eta = \frac{P_0 - P_1}{\rho_M F}$$

При этом

$$Z_1 = \frac{p_a}{p_m}.$$

15. Значения функций $\psi_2(Z_2)$ и $\psi_2(Z_1)$ находят по вычисленным параметрам Z_2 и Z_1 с помощью графика на рис. 4, а.

16. Время опораживания полости противодавления до начала движения поршня

$$t_3 = 2,53 \cdot 10^{-2} \frac{V_B}{\mu_B f_B \cdot Y_a \frac{k-1}{2k}} [\psi_2(Z_2) - \psi_2(Z_1)],$$

где μ_B — коэффициент расхода воздуха выхлопной линии;
 f_B — сечение отверстия для выхода воздуха из полости.

17. Значение конструктивного параметра

$$N = 350,5 \frac{\mu_B f_B}{D^3} \sqrt{\frac{P_0}{p_m S}}.$$

18. Безразмерное время τ_s перемещения поршня под действием пружины можно определить для вычисленных значений N , η и ν по графикам, приведенным на рис. 4, б (сплошные линии).

19. Действительное время перемещения поршня в исходное положение

$$t_{11} = 1,03 \cdot 10^{-3} \frac{SD^2}{\mu_B f_B} \cdot \tau_s.$$

30. Время обратного хода сбрасывающих рычагов

$$t_{x,x} = t_3 + t_{11}.$$

21. Время цикла сброски

$$T_{сбр} = t_{сбр} + t_{x,x}.$$

Сравнение значений времени перемещения поршня (сбрасывающих рычагов), определенного путем решения систем нелинейных дифференциальных уравнений (3) и (4) на АВМ МН-14 и полученного из упрощенного расчета, показало удовлетворительное их совпадение (расхождения составляют не более 10—12%). Отсюда следует, что предлагаемая методика упрощенного расчета времени цикла сброски может быть использована для ориентировочного определения параметров пневмопривода бревносбрасывателей.

ЛИТЕРАТУРА

11. Герц Е. В., Крейнин Г. В. Теория и расчет силовых пневматических устройств. М., изд-во АН СССР, 1960. 12. Герц Е. В., Крейнин Г. В. Динамика пневматических приводов машин-автоматов. М., «Машиностроение», 1964. 13. Герц Е. В. Пневматические приводы. Теория и расчет. М., «Машиностроение», 1969.

Поступила 31 декабря 1974 г.

УДК 65.011.56

МЕТОДЫ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ ПОПЕРЕЧНОГО ПИЛЕНИЯ В СТАНКАХ С ИНЕРЦИОННЫМИ ПРИВОДАМИ

Н. Г. ШТОЛЬЦЕР

Ленинградская лесотехническая академия

Показана возможность повышения производительности форсировкой режимов пиления за счет использования при пропилах части кинетической энергии пилы. Методы расчета подач излагаются для всех систем авторегулирования подач: с постоянным усилием, с регулированием по диаметру и регулированием по нагрузке (с обратной связью).

Станки с тяжелыми пилами большого диаметра характеризуются существенной инерционностью привода резания. Это позволяет производить форсирование пропилов с силой резания, превышающей максимальную силу, которую двигатель способен развить; избыток силы и мощности компенсируется при кратковременном режиме пиления за счет использования кинетической энергии инструмента. При этом происходит уменьшение скорости вращения пилы. В принципе возможно снижение скорости, ограничиваемое при малых скоростях резания прочностью зубьев пилы и заполнением межзубовых впадин. В литературе рекомендуют для приводов с маховиком использовать только 0,33—0,50 кинетической энергии, что приводит нас к выводу о возможности снижения скорости привода резания только до величины, соответствующей максимальному скольжению $s_{max} = 0,3$.

При расчетах режимов необходимо знать количество кинетической энергии, которое может быть использовано при распиле и которое зависит от границ изменения скорости вращения пилы, иначе от скольжения разгоняется привод за время паузы между пропилами t_n и можно ли принимать, что к концу распила круглого бревна скольжение является расчетным максимальным.

Ответ на эти задачи дает проведенное нами числовое интегрирование дифференциального уравнения движения привода резания

$$\frac{GD_{\Sigma}^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt} = M - M_c(t),$$

где M — момент двигателя типа А02-72-6 (рис. 1, а);
 M_c — момент сопротивления.

$$M_c = \frac{975}{102n} kth \cdot 10^4 \text{ при } h \approx 2 \sqrt{dut - u^2 t^2}.$$

Решение проведено применительно к станку АЦ-2 при распиле бревна диаметром 25 см со скоростью подачи $u = 0,83$ м/с.

Приращение скорости на этапе

$$n_{n+1} - n_{n-1} = 2\Delta t [M_n - M_c(t_n; n_n)] \cdot \frac{975}{GD_{\Sigma}^2}.$$

Первые два шага интегрирования определяют методом конечных разностей

$$n_{n+1} - n_n = \Delta t [M_n - M_c(t_{n+1}; n_n)] \cdot \frac{375}{GD_{\Sigma}^2}$$

при уменьшенных значениях $\Delta t = 0,01$ с (последующие шаги при $\Delta t = 0,02$ с).

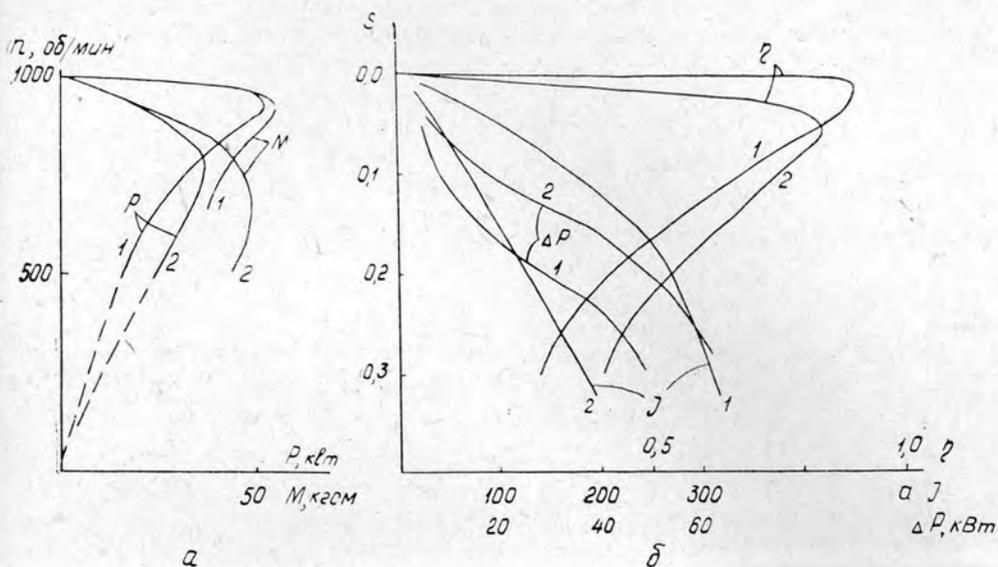


Рис. 1. Характеристика двигателей габарита 72-6.

1 — в обычном исполнении — АО2; 2 — с повышенным скольжением — АОС2.

Кривые процесса, построенные по рассчитанным значениям, показывают, что, во-первых, провал скорости практически отсутствует и, во-вторых, снижение скорости можно принять пропорциональным времени.

Для расчета s_{min} строят переходный процесс за время паузы: кривую момента двигателя (рис. 1, а) аппроксимируют ломаной линейной и для каждого участка Δn_i определяют приращение времени разгона

$$\Delta t_i = \frac{\Delta n_i}{M_{ср i}} \cdot \frac{GD^2}{375},$$

где $M_{ср i}$ — среднее значение момента на участке Δn_i .

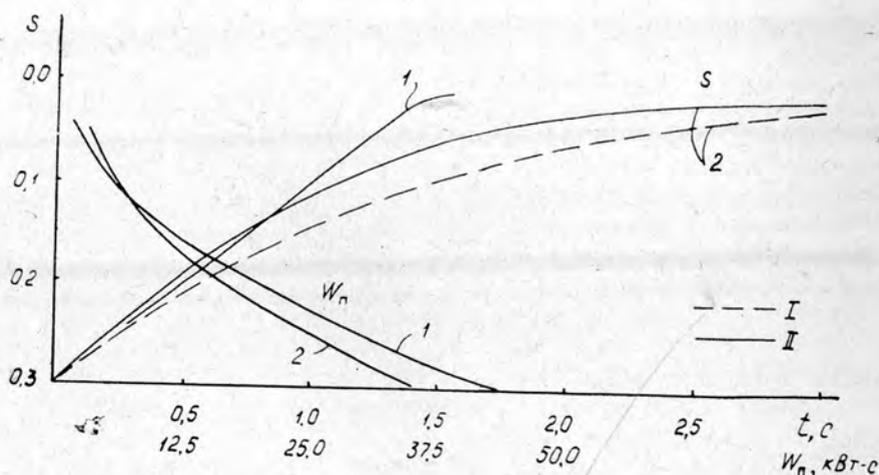


Рис. 2. Кривые времени разгона и потерь привода резания станка АЦ-3 во время паузы.

1 — АО2-72-6; 2 — АОС2-72-6; I — фактивная кривая; II — фактическая.

После выхода в момент t_1 на прямолинейный участок характеристики со скоростью n_1 прирост скорости приобретает экспоненциальный характер и может быть определен по уравнению

$$\Delta n = n_0 - (n_0 - n_1) e^{-\frac{(t - t_n)}{T}},$$

здесь n_0 — синхронная скорость;

T — постоянная времени для линейного участка

$$T = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{s_n \cdot n_0}{M_H}.$$

На рис. 2 представлены кривые времени разгона, построенные при $GD^2_{\Sigma} = 78$ кгс·м², для двух вариантов приводного двигателя.

Для двигателя с повышенным скольжением нелинейную характеристику момента можно заменить фиктивной прямой между точками n_0 и 0 и точкой, соответствующей расчетному скольжению s_{max} . В случае такого упрощения при начальном скольжении s_{min} к концу разгона за время паузы t_n

$$s_{min} = s_{max} = e^{-\frac{t_n}{T_{\Phi}}},$$

где фиктивная постоянная

$$T_{\Phi} = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{n_0 (1 - s_{нач})}{M_{нач}}.$$

Анализ кривых показывает, что при $t_n > 3$ с ошибкой упрощения можно пренебречь и при практической длительности пауз порядка 4 с скольжение к концу разгона при любых вариантах можно принимать равным нулю.

Расчет величин подачи при регулировании по диаметру

При регулировании по диаметру скорость надвигания практически не зависит от условий распила (легкий или тяжелый режим) и расход энергии, а следовательно, и нагрев двигателя резания являются наибольшими при затупленных пилах (тяжелый режим). Тяжелый режим и должен лежать в основе расчета скоростей подач при различных диаметрах бревен.

Первый этап расчетов. По условию наличия запаса кинетической энергии максимальное скольжение может быть принято равным 0,3, однако при такой форсировке пиления обычно не обеспечивается критерий по нагреву двигателя резания, поэтому мы рекомендуем принять для первого варианта расчетов максимальное скольжение $s_{max} = 0,2$ и минимальное скольжение $s_{min} \approx 0$; если паузы малы, то необходимо рассчитать s_{min} по методу, изложенному выше.

Второй этап расчетов. Определяем долю кинетической энергии ΔA , расходуемой на резание при изменении скольжения привода в пределах $s_{min} - s_{max}$, и работу резания A для диаметра d . Затем из соотношений

$$A - \Delta A = P_{cp} t_{\Phi} = P_{cp} \frac{d}{u}$$

определяют скорость надвигания u и время пиления t_p . Среднее значение мощности двигателя P_{cp} можно определить по графику $P(n)$ в заданных пределах скольжения.

Получаемое из графика среднее значение «по скорости» приблизительно равно требующемуся в формуле среднему значению P_{cp} «по времени», что вытекает из принятого выше допущения линейности изменения скорости во времени.

Третий этап расчетов состоит в определении эквивалентной за цикл t_n мощности потерь ΔP_p и сравнении этой мощности с номинальной ΔP_n по условию

$$\Delta P_p = \frac{\Delta W_p + W_n}{t_n} \leq \Delta P_n = P_n \frac{1 - \eta_n}{\eta_n}.$$

Энергия потерь за время резания

$$\Delta W_p = \Delta P_{cp} t_n,$$

где ΔP_{cp} — средняя мощность потерь в диапазоне $s_{min} - s_{max}$ (ее можно определить из графика потерь по типу рис. 1, б);

W_n — потери за время разгона в этом же диапазоне (их вычисляют либо по графику потерь, построенному для конкретного станка аналогично представленному на рис. 2, либо по формуле для W_n)

$$W_n = \Delta P_{cp} t_{n, усл},$$

здесь $t_{n, усл}$ — условное время разгона со спрямленной характеристикой $s(t)$.

Можно применять уточненный метод проверки — непосредственно по графику тока нагрузки. Для этого сначала необходимо построить график переходного процесса скорости двигателя, а затем соответствующий график изменения тока (пользуясь кривыми по типу рис. 1, б); построить также график тока разгона двигателя во время пауз, затем найти эквивалентное значение тока за цикл и сравнить его с номинальным током двигателя (в 100%-ном режиме ПВ).

Четвертый этап расчетов. Если полученный результат неудовлетворителен, то повторно рассчитывают значение s_{max} и определяют промежуточное значение s_{max} , при котором эквивалентные потери равны номинальным. Для найденной величины определяют соответствующую скорость подачи.

Расчет подач при регулировании с постоянным усилием

При установленном усилии надвигания нагрузка на привод резания будет наибольшей, как и при отсутствии инерционностей [2], при распиле наибольшего диаметра острыми пилами независимо от твердости породы. Для этих условий и выбирают силу надвигания.

На первом этапе определяют, как и при регулировании по диаметру, диапазон изменения скольжения. На втором этапе для принятого s_{max} вычисляют расчетную силу надвигания. Для этого по методу, принятому для регулирования по диаметру, определяют среднюю скорость надвигания u_{cp} для наиболее толстого бревна (60 см), но при легком режиме резания.

Если инерцией привода надвигания пренебречь, то расчетная скорость, соответствующая пропилу по диаметру,

$$u_{pач} = \frac{u_{cp}}{1,25}.$$

По этому значению скорости на кривой силы сопротивления надвиганию определяют величину расчетной силы надвигания. Например, в одной из наших статей [2] на графике расчетной скорости u_a в точке a соответствует $f_{pач, л}$.

Если же имеет место инерционность привода подачи, то подвод пилы на повышенной скорости холостого хода приводит к возрастанию средней скорости подачи за время пропила и, следовательно, к увеличению скольжения сверх расчетного.

В этом случае для уточнения расчета можно вычислить кривую изменения скорости подачи в процессе пропила при принятой силе надвигания, найти фактическое среднее значение скорости $u_{\text{ср.ф}}$, определить коэффициент коррекции

$$k_k = \frac{u_{\text{ср.ф}}}{u_{\text{ср}}},$$

а затем вычислить в первом приближении новое значение расчетной скорости

$$u'_{\text{расч}} = \frac{u_{\text{расч}}}{k_k}$$

и соответствующую ей силу надвигания.

Повторным построением кривой $u(t)$ можно уточнить скорость и силу. Изменение во времени скорости надвигания подчинено дифференциальному уравнению

$$m \cdot \frac{du}{dt} = f_{\text{расч}} - f_c,$$

где f_c — сопротивление надвиганию, зависящее от скорости и пути перемещения пилы и скорости резания.

Уравнение решают числовыми методами [1].

По нашим расчетам, постоянные времени станка АЦ-3 для острых пил: при $d = 60$ см $T_{\text{н}} = 10 \frac{0,5}{20} = 0,25$ с; при $d = 25$ см $T_{\text{н}} = 10 \frac{1,0}{12} = 0,8$ с. Для затупленных пил при увеличенной жесткости характеристик сопротивления надвиганию постоянные времени пренебрежимо малы: при $d = 60$ см $T_{\text{н}} = 10 \frac{0,1}{55} = 0,02$ с; при $d = 25$ см $T_{\text{н}} = 10 \frac{0,3}{60} = 0,05$ с.

На третьем этапе расчетов проводят проверку на нагрев двигателя резания по методике, изложенной выше.

Выбор режимов при регулировании с обратной связью по нагрузке

При наличии обратной связи (о.с.) по нагрузке расчетное значение тока можно принять любым, включая и неустойчивую область за точкой «опрокидывания» двигателя, которая при наличии о.с. становится искусственно устойчивой; можно допускать снижение скорости до скольжения $s_{ax} = 0,3$; однако окончательный выбор расчетного скольжения, а следовательно, и расчетного тока $I_{\text{расч}}$ определяют проверкой двигателя на нагрев. Для определения эквивалентного тока необходимо построить переходный процесс, например, с использованием логарифмических характеристик системы авторегулирования для обоих периодов — наброса и сброса нагрузки. Ценой малой ошибки можно принять возмущение ступенчатым, заменяя круглое бревно бруском шириной d и высотой $0,8d$. Затем проводят проверку по условию

$$\int_0^{t_{\text{н}}} I^2 dt \leq I_{\text{н}}^2.$$

ЛИТЕРАТУРА

11. Залегаллер Б. Г. Влияние массы движущихся частей пильного механизма на работу раскряжевочной установки. — Труды ЛТА, № 145, 1972, с. 64—69. 12. Штольцер Н. Г. Расчет режимов поперечного пиления при авторегулировании подачи в станках с безынерционными приводами резания и надвигания. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 4, с. 5.

Поступила 22 декабря 1975 г.

УДК 62-52

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ДИНАМИКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ЛЕСПРОМХОЗОВ

Б. В. КОВЫЛОВ, Ю. В. НОВОСЕЛОВ

Уральский лесотехнический институт

Излагаются вопросы определения условий возникновения автоколебаний в системах автоматического регулирования реактивной мощности в распределительных сетях леспромхозов. Определены требования к динамическим характеристикам систем регулирования, а также даны рекомендации по выбору величины основных параметров систем с точки зрения обеспечения их устойчивости и удовлетворительного качества работы.

Системы автоматического регулирования (САР) реактивной мощности получают все большее распространение в распределительных сетях промышленных предприятий, в том числе и в лесной промышленности [2]. Наибольший эффект от их применения имеет место в случае частых колебаний величины потребляемой реактивной мощности, когда диспетчерское управление или управление по времени суток не может дать удовлетворительных результатов.

Качество работы САР зависит как от их параметров, так и от характера действующих на них возмущений. Однако до настоящего времени проектирование таких систем носило в значительной степени эмпирический характер. Расчеты проводили лишь для статических режимов, без учета динамики систем и без глубокого изучения действующих возмущений. Естественно, что возможности систем при этом использовались не полностью, а выбор параметров был не оптимальным.

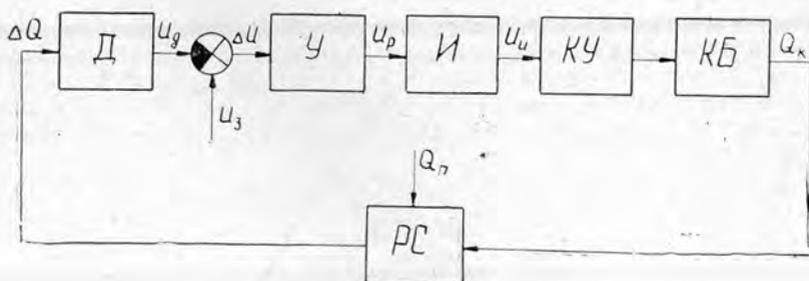


Рис. 1.

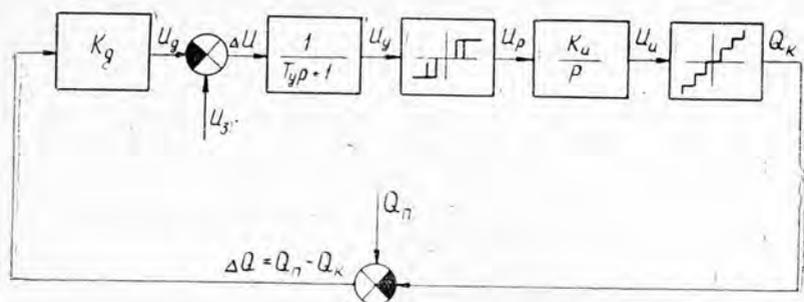


Рис. 2.

В настоящей статье рассмотрены некоторые вопросы выбора параметров САР реактивной мощности с точки зрения их устойчивости и с учетом их работы в условиях воздействия возмущений, типичных для лесопромышленных предприятий.

На рис. 1 представлена функциональная схема системы, на рис. 2 — расчетная структурная схема.

Датчик, который упрощенно можно считать безынерционным звеном с коэффициентом передачи k_d , преобразует информацию о напряжении и токе одной из фаз сети в сигнал, знак и величина которого зависят от характера и величины нагрузки сети. Сигнал усиливается и поступает на пороговое устройство. При достижении сигналом определенной величины, равной зоне нечувствительности порогового устройства, на выходе устройства появляется сигнал (того или другого знака), который поступает на интегрирующее устройство. Под действием выходного сигнала осуществляется включение конденсаторных батарей при индуктивной нагрузке или отключение при емкостной нагрузке.

Для упрощения расчетов пренебрегаем всеми малыми инерционностями и будем учитывать только постоянную времени усилителя T_y и постоянную времени интегрирующего устройства, которая определяет между коммутацией соседних ступеней конденса- T_0 интервал времени торной установки.

Как видно из структурной схемы системы, в ней можно выделить, по крайней мере, два существенно нелинейных звена. Первое звено — пороговое устройство, имеющее релейную характеристику с зоной возврата. Второе — конденсаторная установка со ступенчатой статической характеристикой.

Теоретический анализ систем с двумя нелинейностями, в которых не выполняется условие фильтрации высших гармонических составляющих сигнала, в общем случае весьма затруднителен [3]. Поэтому решим частную задачу — отыскание граничных условий возникновения автоколебаний. Это можно свести к нахождению бифуркационных значений параметров системы. Можно выделить два случая сочетания параметров, при которых система находится на границе возникновения автоколебаний.

1. В первом случае должно выполняться равенство

$$2b = Q_0, \quad (1)$$

где Q_0 — мощность одной ступени конденсаторной установки;

b — зона нечувствительности порогового устройства, приведенная к величине реактивной мощности.

Очевидно, при выполнении условия (1) автоколебания возникают при любых значениях T_y , T_0 и коэффициента возврата m порогового устройства вследствие того, что величина изменения сигнала на входе регулятора при коммутации одной ступени конденсаторов превышает ширину зоны нечувствительности. При данной структуре системы ее устойчивость может быть обеспечена лишь при выполнении неравенства

$$b < \frac{Q_0}{2}. \quad (2)$$

2. Во втором случае для отыскания условий возникновения автоколебаний воспользуемся графиками переходных процессов, которые должны наблюдаться в системе, находящейся на границе устойчивости. На рис. 3 приведены кривые изменения следующих параметров: реактивной мощности $\Delta Q = Q_n - Q_k$ (где Q_n — потребляемая в сети реактивная мощность; Q_k — мощность конденсаторов, подключенных параллельно сети); сигнала на входе порогового устройства U_y ; сигнала

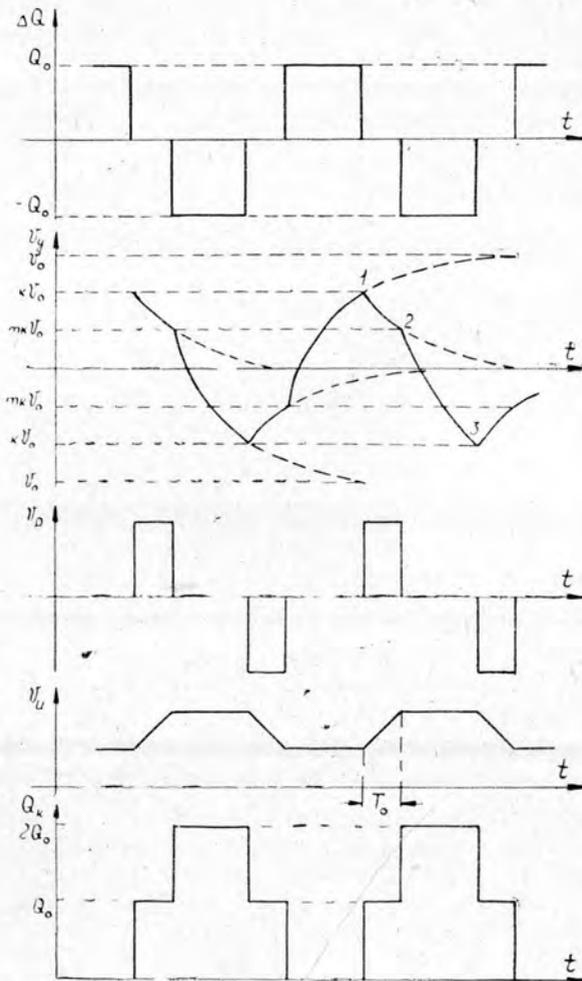


Рис. 3. Переходные процессы в системе на границе возникновения автоколебаний.

на выходе порогового устройства U_p ; сигнала на выходе интегрирующего устройства $U_{\text{и}}$; мощности конденсаторов Q_k , подключенных параллельно сети.

Введем также обозначения: U_0 — величина сигнала на входе порогового устройства, соответствующая $\Delta Q = Q_0$; kU_0 — зона нечувствительности порогового устройства.

Определим условие возникновения автоколебаний в системе регулирования, предполагая, что величина потребляемой в сети реактивной мощности $Q_{\text{п}} = Q_0$. Очевидно, автоколебания возникнут в случае, если время включения интегрирующего устройства будет достаточно большим для того, чтобы вызвать последовательную коммутацию хотя бы двух соседних ступеней конденсаторов. При этом сигнал на входе порогового устройства меняется таким образом, что происходит последующее изменение полярности сигнала на его выходе и соответствующая коммутация тех же ступеней конденсаторов в другую сторону.

Длительность сигнала на выходе порогового устройства определяется, согласно рис. 3, шириной зоны возврата порогового устройства. Следовательно, условие нахождения системы на границе возникновения автоколебаний можно записать так:

$$t_{1-2} = T_0, \quad (3)$$

где t_{1-2} — интервал времени между точками 1 и 2 на графике переходного процесса.

Определим время t_{1-2} ; для этого запишем закон изменения сигнала U_y в интервале между точками 1 и 2

$$U_y = kU_0 e^{-\frac{t}{T_y}}. \quad (4)$$

При $t = t_{1-2} = T_0$ сигнал $U_y = mkV_0$, тогда

$$mkU_0 = kU_0 e^{-\frac{t}{T_y}}, \quad (5)$$

отсюда

$$T_y = \frac{T_0}{\ln \frac{1}{m}}. \quad (6)$$

Условие отсутствия автоколебаний выражается неравенством

$$T_y < \frac{T_0}{\ln \frac{1}{m}}. \quad (7)$$

Если учесть, что мы пренебрегли малыми инерционностями, а также принять во внимание наличие разбросов параметров относительно номинальных, то для получения гарантированного запаса устойчивости порядка 6—10 дБ, согласно рекомендациям, изложенным, например, в работе [1], условие (7) необходимо ужесточить

$$T_y < 0,3 \div 0,5 \frac{T_0}{\ln \frac{1}{m}}. \quad (8)$$

Рассмотрим требования, которые предъявляют к системе для ее удовлетворительной работы в условиях реально действующих на нее возмущений.

Как показал анализ режимов работы систем электроснабжения лесопромышленных предприятий, потребление в них реактивной мощности имеет случайный характер, причем на медленно меняющуюся составляющую частотой, приблизительно равной $(1 \div 3) \cdot 10^{-3}$ Гц, накладываются составляющие с более высокой частотой 0,05—0,15 Гц и максимальной амплитудой до 50—80 квар. С точки зрения надежности системы регулирования, учитывая наличие в ней релейно-контактных элементов, а также нежелательность частой коммутации конденсаторов [2], не следует допускать прохождения более высокочастотных составляющих по тракту регулирования. Этого можно добиться выбором достаточно большой величины постоянной времени T_y .

Можно показать, что достаточная фильтрация высокочастотной составляющей осуществляется при $T_y > 4 \div 6$ с. Мощность одной ступени конденсаторной установки при этом принята равной 50 квар, а зона нечувствительности порогового устройства порядка $30 \div 40$ квар.

Приведенные материалы позволяют достаточно обоснованно выбрать такие параметры системы, как постоянная времени усилителя и интервал времени между коммутацией соседних ступеней конденсаторной установки при заданной зоне нечувствительности и коэффициенте возврата порогового устройства, а также известной мощности одной ступени конденсаторной батареи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов А. А. Основы теории автоматического управления. М.—Л., «Энергия», 1966.
2. Ильяшов В. П. Конденсаторные установки промышленных предприятий. М., «Энергия», 1972.
3. Попов Е. П., Пальтов И. П. Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем. М., Физматгиз, 1960.

Поступила 17 июля 1975 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.68.003.13

О КАЧЕСТВЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Л. Б. ИВАНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Рассматривается использование интегрального показателя степени выполнения плановых заданий в лесозаготовительном производстве как характеристики качества управления.

Одна из центральных задач совершенствования системы управления — повышение качества планирования, разработка оптимальных планов развития производства. Их важность обусловлена ролью планирования в управлении.

Качество управления оценивают по конечным результатам работы — по степени выполнения коллективом предприятия заданий государственного плана, по основным технико-экономическим показателям.

Невыполнение плана производства свидетельствует о низком качестве управления, о неспособности органов управления реализовать на практике задачи государственного плана, в полной мере использовать предоставленные в распоряжение предприятия ресурсы, а также мобилизовать для этого внутренние резервы.

Выполнение плана — показатель высокого качества управления, соответствия органа управления управляемому объекту, способности действительно влиять на производственный процесс и обеспечить выполнение коллективом предприятия планового задания.

Значительное перевыполнение планового задания в общем случае нельзя расценивать как показатель высокого качества управления. В первую очередь, это показатель низкого качества планирования, следствие недооценки плановыми органами имеющихся ресурсов и значительных внутренних резервов, которые не были учтены на стадии подготовки и принятия плана. При этом нарушается соответствие между разделами техпромфинплана предприятия; возможности производства не обеспечиваются материальными ресурсами, фондом заработной платы и т. п. Для покрытия дефицита предприятие вынуждено заимствовать у государства сырье, материалы, денежные средства, сверх предусмотренных планом, привлекать дополнительный транспорт для перевозки сырья и материалов, сверхплановой продукции и т. п. Это приводит к рассогласованию планов и баланса ресурсов на отраслевом и межотраслевом уровнях, усложняет оперативное управление производством. В таком случае планирование, непосредственно предшествующее принятию и утверждению плана, недостаточно полно решает свои задачи, выдвигает неоптимальный план.

Научно обоснованный план, разработанный на основе применения современных экономико-математических методов и техники управления, предусматривает оптимальное использование ресурсов производства и его внутренних резервов, поэтому не только значительное его перевыполнение, но и выполнение — нелегкая задача, требующая мобилизации всего арсенала методов и средств управления производственными коллективами.

Для оценки качества планирования как одного из важнейших этапов процесса управления может быть использован предложенный К. Шенноном показатель избыточности, рассчитываемый по показателям выполнения плана,

$$K = 1 - \frac{H}{\log n},$$

где H — мера количества информации о выполнении плана;
 n — число возможных исходов события: выполнение, перевыполнение, невыполнение плана.

Мера количества информации об исходе выполнения плана выражается формулой

$$H = - \sum_{i=1}^n P(k_i) \log P(k_i),$$

где $P(k_i)$ — вероятность k -того показателя выполнения планового задания в i -том состоянии.

Количество информации H равно мере неопределенности исхода события (энтропии). Чем неопределеннее исход события, тем большее количество информации несет сообщение о результатах выполнения планового задания. С увеличением неопределенности возрастает абсолютное значение H и, следовательно, уменьшается значение коэффициента K ($1 \geq K \geq 0$). При идеальном управлении возможен только один исход — выполнение плана. Тогда энтропия равна нулю ($H = 0$) и показатель $K = 1$, что отражает максимальную эффективность.

Вероятностный подход к оценке качества выполнения плановых заданий основан на стохастичности экономических систем. Любой процесс управления подвержен случайным, возмущающим воздействиям, предвидеть которые принципиально невозможно, но можно оценить их вероятность. Это в полной мере относится к производственным системам, на которые воздействует большое количество факторов (своевременность поставки сырья и материалов, их качество, состояние оборудования, явочная численность рабочих и пр.). Детерминированным образом эти факторы учесть невозможно. Поэтому планирование производства носит вероятностный характер, и ожидать выполнения плана к установленному сроку можно с определенной вероятностью.

Я. Н. Ханелис [1] * называет показатель K обобщающим показателем качества управления. С этим полностью согласиться трудно. Расчет показателя качества ведется по итогам выполнения плана. Планирование, как известно, лишь одна из стадий процесса управления. Выдача неоптимального плана — это, прежде всего, недостаток работы плановых органов, и неправомерно считать его общим для всего процесса управления. В процессе реализации плановых заданий участвует весь коллектив предприятия. В ходе социалистического соревнования производственные коллективы вскрывают дополнительные резервы повышения эффективности производства и часто перевыполняют планы производства. В силу вероятностного характера планирования на стадии разработки плановых заданий нельзя учесть все внутренние резервы. Поэтому правильнее этот показатель называть интегральным показателем степени выполнения плановых заданий, как это делают З. Я. Сотченко и Ю. К. Голованев.

* Ханелис Я. Н. Оперативное экономическое управление и информация. М., «Статистика», 1971.

Приведенный метод был применен для оценки качества управления лесозаготовительным производством по леспромхозам производственного объединения «Ленлес». При расчете за исходные данные приняты показатели выполнения месячных планов по вывозке древесины по отчетам всех двенадцати ЛПХ за 1972—1974 гг.

Состояние выхода системы управления определено следующим образом: выполнение плана — в интервале 99,9—100,2% (незначительные отклонения от 100% приняты за погрешность информации); невыполнение плана — до 99,9%; перевыполнение плана — свыше 100,2%. В расчет приняты показатели выполнения плана за 3 года ($n = 36$ месяцев). В табл. 1 приведены данные расчета и коэффициенты качества управления по леспромхозам. Различия в интегральных показателях (от 0,72 до 0,94) связаны с различиями в уровне организации управления лесозаготовительным производством в леспромхозах.

Таблица 1

Леспромхозы	Количество случаев (месяцев)			Вероятность состояния			Интегральный показатель K
	выполнения плана	перевыполнения плана	невыполнения плана	выполнения плана	перевыполнения плана	невыполнения плана	
Винницкий	4	22	10	0,111	0,611	0,278	0,75
Волосовский	1	32	3	0,028	0,889	0,083	0,89
Ефимовский	3	23	10	0,083	0,639	0,278	0,76
Кингисеппский	4	17	15	0,111	0,472	0,417	0,73
Киришский	6	19	11	0,167	0,528	0,305	0,72
Красноборский	3	33	—	0,083	0,917	—	0,92
Лодейнопольский	—	34	2	—	0,945	0,055	0,94
Оятский	1	33	2	0,028	0,917	0,055	0,91
Подборовский	1	21	14	0,028	0,583	0,389	0,78
Подпорожский	2	29	5	0,055	0,806	0,139	0,84
Тихвинский	2	10	24	0,055	0,278	0,667	0,79
Тосненский	2	23	11	0,055	0,640	0,305	0,78

Приведенные показатели не раскрывают причин отставания, но указывают вышестоящим органам управления на объект первоочередного анализа и необходимость принятия мер. Для выявления причин отставания должны быть подвергнуты экономическому анализу организация производства и управления в леспромхозах со сравнительно низкими показателями.

Первоочередное внимание необходимо обратить на действующую структуру управления в ЛПХ, разделение функций в аппарате управления, качество планирования, оперативного управления и контроля за производством, а также на обеспеченность кадрами и их расстановку.

Приведенный метод может быть использован для оценки сравнительной эффективности управления производством в лесозаготовительной промышленности. Лесозаготовки относятся к числу производств, подверженных воздействию природных факторов, что необходимо учитывать при разработке плана, но не может служить оправданием невыполнения планов производства и реализации. Систематическое и значительное перевыполнение плана производства — свидетельство заиженности плана. В обоих случаях применение интегрального показателя для оценки эффективности управления способствует повышению качества планирования и тесно связывает его с качеством оперативного регулирования хода производственного процесса.

УДК 634.0.6

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ В ЛЕСХОЗАХ

В. Д. ЩЕРБАЧЕНКО

Воронежский лесотехнический институт

На примере лесокомбината Воронежской области показана эффективность выполнения технического обслуживания тракторного парка специальной бригадой, работающей на базе передвижного агрегата технических уходов (АТУ-А).

В лесах ЦЧЭР применяется несколько форм организации технического обслуживания машин.

В начале шестидесятых годов обслуживание машинно-тракторного парка в некоторых лесхозах проводилось силами объединения «Сельхозтехника». Эта форма технического обслуживания оказалась неэффективной. Ремонтники «Сельхозтехники» не были заинтересованы в проведении технических уходов на высоком уровне, так как при хорошем обслуживании потребность в текущих ремонтах машин — основной и наиболее рентабельной работе — уменьшалась. Лесхозы отказались от этой формы технического обслуживания тракторов.

Вторая форма заключалась в проведении технического обслуживания машин только силами механизаторов. Эта форма применялась до тех пор, пока в лесхозах не были созданы РММ. В настоящее время, например, в Воронежском управлении лесного хозяйства, все лесхозы имеют РММ.

Третья форма — техническое обслуживание машин проводится механизаторами совместно с ремонтниками РММ лесхоза без применения средств механизации.

Четвертая форма — техническое обслуживание тракторного парка (ТУ-1 и ТУ-2) проводится бригадой техобслуживания, использующей передвижной агрегат технических уходов на шасси автомобиля (АТУ-А). В состав бригады входят мастер техобслуживания, слесарь и тракторист. Техническое обслуживание обычно проводится по месту работы трактора, а ТУ-3 — в РММ лесхоза ремонтными рабочими и трактористом.

В настоящее время в лесхозах ЦЧЭР техническое обслуживание тракторного парка осуществляется в основном по третьей форме, а в Бобровском опытном лесокомбинате начали применять четвертую форму, то есть обслуживание специальной бригадой с использованием агрегата (АТУ-А).

На примере Бобровского опытного лесокомбината определим сравнительную эффективность двух последних форм организации технического обслуживания тракторного парка. В качестве технических показателей приняты: коэффициент технической готовности машин, коэффициент использования календарного времени, простой одного трактора в связи с техническими неисправностями и количество дней в году, отработанных одним трактором, коэффициент использования АТУ и др. Работа тракторного парка в лесокомбинате односменная. Из экономических показателей рассмотрены: себестоимость тракторосмены, годовой экономический эффект, срок окупаемости дополнитель-

ных затрат. Лесокомбинат приобрел АТУ-А в 1973 г., и бригада техобслуживания работала на ней неполный год. Поэтому следует сравнивать данные за 1972 г., когда техобслуживание проводилось без АТУ-А по третьей форме, и 1974 г., когда техобслуживание тракторов выполняла специальная бригада с помощью АТУ-А.

Технические показатели

1. Коэффициент технической готовности тракторного парка в Бобровском опытном лесокомбинате в 1972 г. составил 0,86. В 1974 г. формально он остался на прежнем уровне. В 1972 г. внутрисменные простои были в пределах 30 мин в смену. В 1974 г. внутрисменные простои, вызванные низким качеством техобслуживания, практически были ликвидированы. Следовательно, в 1972 г. с учетом внутрисменных простоев коэффициент технической готовности можно считать равным 0,79, а в 1974 г. — 0,86.

2. Коэффициент использования календарного времени увеличился незначительно — от 0,63 до 0,64.

3. В 1972 г. из-за низкого качества технического обслуживания на текущий ремонт одного трактора приходилось 9 дней, а в 1974 г. простои по этой причине были ликвидированы.

4. В 1972 г. одним трактором отработано 230 дн., а в 1974 г. — 237 дн.

5. Коэффициент использования АТУ-А составил 0,60.

Экономические показатели

1. По статистическим данным (форма 24-ЛХ) установлено, что себестоимость тракторо-смены в лесокомбинате в 1972 г. была 9 р. 99 к., а в 1974 г. снизилась до 9 р. 35 к. На тракторо-смену экономия составила 64 к., а на 8755 отработанных тракторо-смен — 5603 р.

2. В том числе затраты на ГСМ в 1972 г. были 2 р. 32 к. и в 1974 г. — 1 р. 92 к. Экономия на тракторо-смену составила 40 к., всего 3502 р. Эта экономия достигнута благодаря применению АТУ-А для заправки тракторов.

3. Зарплата рабочих по текущему ремонту была соответственно 2 р. 01 к. и 1 р. 88 к.; экономия 13 к. на тракторо-смену, а всего 1138 р.

4. Затраты на запчасти, которые были вызваны низким качеством техобслуживания (15 к.), устранены полностью, экономия 1313 р.

5. Амортизация снизилась с 4 р. 26 к. до 3 р. 66 к. на машино-смену. Экономия составила 5253 р.

6. Общая экономия равна 11206 р.

7. Затраты на содержание АТУ-А и зарплату бригады в общей сложности равны 5665 р. С учетом этих затрат годовая экономия составляет 5541 р.

8. Стоимость АТУ-А с доставкой — 5256 р. Следовательно, срок окупаемости затрат на его приобретение $5256 : 5541 = 0,96 \approx 1$ год.

Таким образом, экономический эффект новой формы организации технического обслуживания тракторов очевиден. Лесхозам ЦЧЭР необходимо использовать опыт Бобровского опытного лесокомбината, создать пункты и посты технического обслуживания машин и организовать специальные бригады технического обслуживания, закрепить за ними передвижные агрегаты техуходов.

УДК 634.0.233.13 : 634.0.114.444

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ НА ОСУШЕННЫХ БЕЗЛЕСНЫХ НИЗИННЫХ БОЛОТАХ

А. А. ЩУРЕВИЧ

БелНИИЛХ

Приводятся расчеты экономического эффекта выращивания ели, сосны и березы на осушенных низинных болотах Полесской низменности при различной технологии лесокультурных работ.

Обследованные осушенные низинные торфяники Полесья по степени закоккаренности, закустаренности и с лесокультурно-технологической точки зрения могут быть разделены на следующие категории: 1) незначительно закоккаренные и слабо закустаренные (до 10%); 2) сильно закоккаренные и слабо закустаренные (до 10%); 3) среднезакустаренные (10—40%); 4) сильно закустаренные (более 40%) и закоккаренные. Технология облесения этих площадей различна. На болотах первой категории перед посадкой древесных пород необходимо только создать валы. При сильной закоккаренности и слабой закустаренности (до 10%) обязательно дискование кочек бороной БДТ-2,5А. При средней и высокой закустаренности степень закоккаренности не влияет на обработку, так как при удалении кустов разрушаются и кочки. На торфяниках третьей категории дискование не проводится, но обязательна корчевка кустарника, сгребание его в валы корчевателем-собирателем Д-513А и последующая подготовка почвы и посадка; на торфяниках четвертой категории прорубают визир посередине участка, а затем корчуют кустарник в значительно большем объеме.

Фактические затраты труда и средств при создании 1 га лесных культур по приведенным схемам существенно различаются (табл. 1). Расчеты выполнены в соответствии с существующими методиками. Стоимость машино-смены, посадочного материала и симазина взята по данным Союзгипролесхоза. Для определения себестоимости создания 1 га культур необходимо знать и косвенные затраты. Их величина взята по данным А. Д. Янушко [8], установившего эти показатели для условий Белоруссии. Суммируя прямые затраты на проведение лесокультурных мероприятий и косвенные расходы, получаем полную себестоимость создания 1 га различных культур (табл. 2).

Себестоимость создания культур не определяет полностью экономическую эффективность выращивания древесных пород. В лесохозяйственной практике при оценке лесовыращивания чаще пользуются соотношением запасов и приростов древесных насаждений. Но вследствие различий в физико-механических свойствах древесины этот метод приводит к ошибочным выводам. И. Д. Юркевич [7] и Ф. П. Моисеев [3] предложили использовать, кроме соотношения запасов, их тактовую стоимость в возрасте рубки. Иногда для этой цели рекомендуется применять переводные коэффициенты массы и товарности, позволяющие выражать древесный запас любой породы в условных кубометрах [4]. Ряд авторов предлагает устанавливать себестоимость выращивания 1 га культур и 1 м³ древесины до определенного

Таблица 1

Варианты технологических карт	Содержание мероприятий	Затраты труда		Затраты средств, р., на					всего
		маш.-см.	чел.-дн.	машины и механизмы	посадочный материал	химикаты	рабочую силу		
1	А. Подготовка почвы созданием валов плугом ПКЛН-70 на базе трактора ДТ-55А, посадка вручную 7,61 тыс. шт. ели и березы	0,38	9,28	3,42	23,74	—	37,58	64,74	
	Б. То же, посадка сосны, однократный уход симазинном в дозе 20 кг химиката	2,09	10,99	3,66	23,74	27,44	44,51	99,35	
2	А. Дискование кочек бороной БДТ-2,5А в два следа, прочее как в пункте 1А	0,78	9,28	7,15	23,74	—	37,58	68,47	
	Б. Как в пункте 1Б	2,49	10,99	7,39	23,74	27,44	44,51	103,08	
3	А. Корчевка кустарника, сгребание его в валы корчевателем-собирателем Д-513А при перемещении до 50 м, прочее, как в пункте 1А, высаживается 7,31 тыс. шт. ели или березы	2,10	8,91	55,64	22,81	—	35,08	114,53	
	Б. Как в пункте 1Б	3,74	10,55	55,87	22,81	26,41	42,72	147,81	
4	А. Прорубка визира длиной 300 м посередине карты, корчевка кустарника в большем объеме, чем в п. 3А, прочее, как в пункте 1А, высаживается 7,16 тыс. шт. ели или березы	3,05	8,90	84,91	22,43	—	36,05	143,39	
	Б. Как в пункте 1Б	4,30	10,51	85,13	22,43	26,07	42,57	176,11	

Таблица 2

Затраты	Себестоимость создания 1 га культур, р., по вариантам технологических карт							
	1		2		3		4	
	Ель Береза	Сосна	Ель Береза	Сосна	Ель Береза	Сосна	Ель Береза	Сосна
Прямые	64,74	99,35	68,47	103,08	114,53	147,81	143,3	176,11
Косвенные общепроизводственные по лесозащите, охране лесов от пожаров, лесоустройству и административно-хозяйственным расходам, включая содержание лесной охраны	3,04	4,67	3,22	4,84	5,38	6,95	6,73	8,28
	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77
Итого	70,55	106,71	74,46	110,69	112,68	153,53	152,80	187,16

возраста. Однако все эти методы не позволяют найти эффективность конечной продукции производства.

Синтезирующим показателем эффективности лесовыращивания А. Д. Янушко [8] и И. В. Туркевич [5] считают уровень рентабельности, в котором отражается вся совокупность необходимых количественных и качественных характеристик древесных пород. В схеме определения этой величины по А. Д. Янушко исходными данными служат эффективная и экономическая продуктивность в зависимости от главной породы и типа условий произрастания. Первый показатель отражает всю продукцию, которую можно эффективно использовать для нужд народного хозяйства в настоящий момент. Кроме стволовой древесины в возрасте главной рубки и промежуточного пользования, сюда входят ликвид из кроны, древесина пней и корней. В денежном выражении все это плюс продукция подсочки составляет экономическую продуктивность.

В настоящее время в Белоруссии нет технически спелых искусственных насаждений на осушенных низинных болотах. Но из работ Н. В. Шелухина [6] и М. М. Елпатьевского [2] известно, что обследованные ими культуры сосны и ели на низинных болотах Калининградской области и юго-западной Прибалтики растут по высшим классам бонитета. По данным М. М. Елпатьевского, рост культур хвойных пород соответствует росту культур, произрастающих в кисличном типе.

Отсутствие таблиц хода роста лесных культур и насаждений на болотных почвах заставляет воспользоваться расчетами эффективной и экономической продуктивности, произведенными А. Д. Янушко [1] для данного типа леса. Для хвойных пород себестоимость определена с учетом разницы затрат на создание культур сосны и ели в кисличном типе по технологическим схемам БелНИИЛХа и на низинном торфянике, а березы — с учетом прямых затрат при закладке ее культур на болотной почве. Рентабельность рассчитана по формуле

$$P = \frac{Эп - Св}{Св} \cdot 100\%,$$

где P — рентабельность;
 $Эп$ — экономическая продуктивность;
 $Св$ — себестоимость выращивания.

Таблица 3

Порода	Продуктивность		Себестоимость выращивания, р./га (числитель) и рентабельность выращивания, % (знаменатель) по вариантам			
	эффективная, м ³ /га	экономическая, р./га	1	2	3	4
Ель	1188	2501	879	883	929	957
			184,5	183,2	169,2	161,3
Сосна	1268	2900	929	933	977	1006
			212,2	210,8	197,8	188,3
Береза	1050	1250	723	726	772	801
			72,9	72,2	61,9	56,0

Как видно из табл. 3, рентабельность выращивания сосны в 2,9—3,4, ели в 2,5—3,0 раза выше, чем для березы. Наиболее высока она у культур на сильно закустаренных площадях, особенно у сосны. Однако экономически целесообразно предпочтение отдать еловым посадкам, учитывая плодородие низинных торфяников, высокую производительность и сохранность на них ели [2], незначительное ее рас-

пространение в Полесской низменности, возрастающее значение ели в будущем, а также тот факт, что сосну на болотах Полесья сильно объедают лоси.

ЛИТЕРАТУРА

11]. Арещенко В. Д., Янушко А. Д. Экономика и организация лесохозяйственного производства Белоруссии. Минск, «Урожай», 1972. [2]. Елпатьевский М. М., Елпатьевский М. П., Константинов В. К. Осушение и освоение заболоченных лесных земель. М., «Лесная промышленность», 1970. [3]. Моисеенко Ф. П. Вопросы планирования породного состава в лесах БССР. — «Лесное хозяйство», 1960, № 10. [4]. Судачков Е. Я. Основные вопросы экономики лесного хозяйства. М., «Лесная промышленность», 1969. [5]. Туркевич И. В. Методика экономического обоснования подбора пород при выращивании лесных насаждений. — В сб.: Вопросы экономики лесного хозяйства СССР. М., «Лесная промышленность», 1968. [6]. Шелухин Н. В. Культуры сосны и ели на осушенных болотах. — Сб. работ БелНИИЛХ, вып. 12, 1958. [7]. Юркевич И. Д. Экономическая оценка типов леса. — «Лесное хозяйство», 1960, № 8. [8]. Янушко А. Д. Экономическая эффективность лесовыращивания в Белоруссии в зависимости от главной породы и типа условий местопроизрастания. — «Лесоведение и лесное хозяйство», 1969, № 1.

Поступила 3 апреля 1974 г.

УДК 634.0.651 : 634.0.63

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ХОЗРАСЧЕТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

В. И. ГАВРИЛЕНКО

Ленинградская лесотехническая академия

Дан способ нормирования оборотных средств в незавершенном лесокультурном производстве и возмещения этих затрат при хозрасчетной организации.

В нашей стране ежегодно закладываются лесные культуры на площади в 1,2—1,3 млн. га. В ближайшее время объемы посадки и посева леса намечается увеличить до 1,4—1,5 млн. га в год. Однако культуры не всегда развиваются успешно, часто качество создаваемых молодых лесов низко, далеко не все культуры могут быть переведены в состав лесопокрытых площадей.

Результаты проведенного Гослесхозом СССР в 1972 г. единовременного учета показывают, что из 7,44 млн. га обследованных лесных культур в возрасте от 3 до 12 лет к моменту учета были переведены в покрытую лесом площадь 4,56 млн. га (61,3%). Сохранность культур составила 86,3%, при этом 34,5% сохранившихся культур были охарактеризованы как нуждающиеся в проведении ряда дополнительных мероприятий по улучшению их роста и состояния (ухода за почвой, дополнений, осветления, реконструкции). Следовательно, только 4,24 млн. га (56,6%) из обследованных лесных культур соответствуют требованиям [1].

Для обеспечения эффективности производства лесных культур большое значение имеет экономическая организация лесокультурных работ. В понятие экономической организации производства включается порядок расходования и возмещения средств и реализации продукции, оплата труда, источники и формы финансирования и стимулирования производства.

Существующий сметно-операционный порядок расходования бюджетных средств уже давно подвергается критике в экономической и лесохозяйственной литературе, так как не обеспечивает должной заинтересованности и реальной экономической ответственности лесхозов за конечный результат лесокультурных работ — перевод сомкнувшихся лесных культур в лесопокрытую площадь [3], [4]. В настоящее время, в условиях возросших масштабов посева и посадок леса, эта проблема встает особенно остро. Современная экономическая организация становится тормозом на пути внедрения прогрессивной технологии выращивания культур посадкой крупномерных саженцев средствами комплексной механизации, с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой и др. Планирование бюджетных ассигнований на единицу затрат по уровню фактических расходов за предыдущий год не заинтересовывает предприятия в снижении затрат, а ежегодное безвозмездное списание затрат не побуждает к сокращению срока выращивания культур.

Хозрасчетная организация лесохозяйственного производства открывает возможность использования мощных экономических рычагов в организации производства лесных культур [3]. Кафедрой экономики лесной промышленности и лесного хозяйства ЛТА ведется экспериментальная проверка хозрасчетной организации в комплексных лесных предприятиях Латвийской ССР.

Развиваемая концепция предусматривает возмещение затрат на лесокультурные работы из выручки от реализации продукции — лесных культур, переводимых в лесопокрытую площадь [2].

Своеобразие предмета труда и длительность производственного цикла при выращивании лесных культур обуславливают необходимость специального исследования вопросов возмещения затрат и формирования оборотных средств в условиях хозрасчетной организации. Очевидно, что от момента закладки культур до момента завершения производства — передачи в лесопокрытую площадь — выращиваемые культуры имеют характер незавершенного продукта.

Несмотря на длительность этого процесса (5, 6 и даже 10 лет), при устоявшихся объемах производства ежегодная реализация возмещает текущие годовые затраты на проведение лесокультурных работ. Это наглядно подтверждается схемой, иллюстрирующей затраты на непрерывное воспроизводство лесных культур (рис. 1). Возраст перевода культур в лесопокрытую площадь принят в 7 лет; a, b, c, \dots, l — годовые затраты по переделам лесокультурных работ; $Q = a + b + c + d + e + f + k + l$ — сумма затрат на производство лесных культур в возрасте перевода в лесопокрытую площадь; $Q' = l + k + f + e + d + c + b + a$ — сумма годовых текущих затрат на производство лесокультурных работ.

Схема изображает нарастание затрат по годам производства в предположении о неизменности условий выращивания культур и постоянстве их объема.

В практике лесокультурного производства размеры площадей ежегодно закладываемых культур и интенсивность нарастания затрат различны, но это не меняет сущности принципа возмещения затрат.

В год, предшествующий переводу производства лесных культур на хозяйственный расчет, по данным инвентаризации ставятся на учет все культуры, качественное состояние которых гарантирует последующее доведение до стадии завершения. Затраты на создание этих культур, которые при сметно-бюджетной организации списывались в расходы как безвозвратные, теперь оцениваются по себестоимости и ста-



Рис. 1. Нарастание затрат в процессе производства лесных культур.

входят на баланс предприятия на счет незавершенного производства (дебет) и собственных оборотных средств (кредит). Культуры, законченные производством, переводятся в состав лесопокрытых площадей и подлежат оплате. В год перевода на хозрасчет лесхозу взамен госбюджетных ассигнований на выполнение текущих лесокультурных работ оплата предъявленных к реализации культур производится из бюджета. Соответствующая часть выручки от реализации поступает на восстановление оборотных средств, которые затем вновь будут израсходованы на проведение текущих лесокультурных работ.

Оправданное увеличение или уменьшение затрат на проведение текущих лесокультурных работ, вызываемое изменением объемов работ или условий лесовыращивания, потребует изменения норматива оборотных средств.

Нормативы оборотных средств в незавершенном производстве обусловлены удельной величиной затрат, характером их нарастания в процессе производства, длительностью производственного цикла и объемами производства*. Основная особенность заключается в необычной, по сравнению с другими производствами, длительности цикла.

В табл. 1 приведена динамика незавершенного лесокультурного производства по площади в Бауском ЛПХ Латвийской ССР. За 1966—1973 гг. взяты фактические данные, для каждого из последующих лет условно принята среднегодовая площадь лесных культур за этот период.

* В разработке вопроса о нормировании оборотных средств принимал участие Н. Н. Решотка.

Таблица 1

Год перевода в лесокультурную площадь	Динамика незавершенного производства (в числителе — площадь культур, га, в знаменателе — год их создания)										Всего, га
	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	
1973	63,8	136,5	204,2	123,5	160,9	100,9	209,0	174,7	108,8	1181,4	
1974	136,5	204,2	123,5	160,9	209,0	174,7	108,8	148	1265,6		
1975	204,2	123,5	160,9	209,0	174,7	108,8	148	148	1277,1		
1976	123,5	160,9	209,0	174,7	108,8	148	148	148	1220,9		
1977	160,9	209,0	174,7	108,8	148	148	148	148	1245,4		
1978	209,0	174,7	108,8	148	148	148	148	148	1232,5		
1979	174,7	108,8	148	148	148	148	148	148	1171,5		
1980	108,8	148	148	148	148	148	148	148	1144,8		
1981	148	148	148	148	148	148	148	148	1184,0		

Для денежной оценки незавершенного производства принята фактическая себестоимость 1 га лесных культур, переведенных в Бауском ЛПХ в лесопокрытую площадь в 1973 г., составившая 179,8 р. при коэффициенте нарастания затрат 0,834, исчисленном на основании данных по этим же культурам:

$$179,8 \cdot 0,834 = 149,9 \approx 150 \text{ р./га.}$$

Таким образом, стоимость незавершенного производства по годам в Бауском ЛПХ соответственно равна:

Годы	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Стоимость незавершенного производства, тыс. р.	177,2	189,9	191,6	183,1	186,8	184,9	175,7	171,7	177,6

Приведенные данные свидетельствуют об отсутствии резких колебаний по годам. Это дает основание утверждать, что регулирование суммы оборотных средств в незавершенном лесокультурном производстве не представляет большой сложности. Так, при переводе лесокультурного производства в Бауском ЛПХ на хозрасчет, например с 1976 г., необходимо закрепить оборотные средства в незавершенном производстве за счет финансирования прошлых лет в сумме 183,1 тыс. р. В последующем эта сумма подлежит ежегодному изменению в пределах 7%.

Предлагаемый способ формирования и нормирования оборотных средств сможет, по-видимому, сыграть положительную роль в решении сложной и многоплановой задачи перевода производства лесных культур на хозяйственный расчет.

ЛИТЕРАТУРА

- Ш. Кулаков К. Ф. Состояние и перспективы развития лесовосстановительных работ в СССР. — «Лесное хозяйство», 1975, № 2. [2]. Лобовиков Т. С. Пересмотреть порядок финансирования работ по восстановлению лесов. — «Лесное хозяйство», 1966, № 1, с. 15—18. [3]. Лобовиков Т. С. Проблемы внедрения хозрасчета в лесное хозяйство. — В кн.: Вопросы экономики лесного хозяйства СССР. М., «Лесная промышленность», 1968, с. 73—79. [4]. Туркевич И. В., Королев П. Ф. Лесное хозяйство и экономическая реформа М., «Лесная промышленность», 1971, с. 120.

Поступила 22 декабря 1975 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.453

ВРЕДИТЕЛИ СЕМЯН ЛИСТВЕННОЙ
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСЕМЕННОГО ХОЗЯЙСТВА

Г. В. СТАДНИЦКИЙ, Л. С. ГОЛУТВИНА, В. П. ГРЕБЕНЩИКОВА

Ленинградская лесотехническая академия, ЛенНИИЛХ

Видовой состав насекомых-фитофагов, развивающихся в шишках лиственницы в условиях европейской части СССР, представлен девятью видами. Наибольшее количество семян уничтожает лиственничная муха. Не меньший ущерб наносят семееды. Заселенность семеедами шишек лиственницы, защищенных от лиственничной мухи, существенно возрастает, поскольку уничтожение мухи приводит к увеличению стациональной и кормовой базы для семеедов.

На лесосеменных участках лиственницы в европейской части СССР шишки и семена в сильной степени повреждаются насекомыми девяти видов из отрядов чешуекрылых, перепончатокрылых и двукрылых. Наибольший ущерб причиняют лиственничная муха и наездники-семееды. Эти насекомые уничтожают большинство семян, в результате чего заготовка и переработка шишек оказываются нецелесообразными, а селекционно-генетические исследования — невозможными. Если в условиях естественного ареала (восточнее Урала) видовой состав и биология насекомых-карпобионтов лиственницы сибирской изучены подробно, то для европейской части СССР такой информации мало [6], [4].

В 1970—1975 гг. авторы детально обследовали семенные участки лиственницы в Ленинградской и Ивановской областях. Обитателей шишек изучали при регулярном (через каждые 3—5 дней) вскрытии женских стробил с момента их опыления до созревания семян. Обнаруженных в шишках насекомых докармливали в лаборатории до взрослой стадии. Насекомые, питающиеся шишками и семенами, обнаружены практически на всех семенных участках, а также в естественных насаждениях (семенные заказники Ивановской области). Все карпобионты-фитофаги лиственницы ведут сходный образ жизни. Большинство из них летают и откладывают яйца в молодые шишки с сомкнувшимися чешуями в конце мая — начале июня. Лёт пятнистой листовертки начинается в середине июня. Период лёта растянут. Личинки разных видов встречаются в шишках в течение всего вегетационного периода, причем очередность заселения никогда не нарушается. Первой в шишках поселяется лиственничная муха, за ней лонхеда и смоляная галлица. В первой декаде июня наблюдается кратковременный лёт малого лиственничного семееда, а во второй декаде июня — семееда-мегастигмуса. Позже всех в шишках появляется шишковая огневка (табл. 1).

Плотность поселения насекомых варьирует на разных участках, деревьях и даже в пределах одного дерева. Лиственничная муха в ряде случаев заселяет все шишки, пестрая лиственничная листовертка — до 17%, а шишковая огневка — от 0,1 до 50%. Как установлено [5], огневка повреждает шишки лиственницы в годы неурожая ели.

Семееды встречаются во всех шишках, но в пределах шишки повреждают незначительное количество семян. Характерно, что наездник-семеед *Megastigmus seitneri* Hoffm. не обнаружен в Ивановской области, и в литературе нет достоверных данных относительно его встречаемости в Сибири [2], [3]. Кормовая база семеедов лимитирована распространением лиственничной мухи, кроме того, семена, заселенные семеедами, часто уничтожаются вместе с их личинками другими насекомыми.

У большинства насекомых, обитающих в шишках лиственницы, наблюдается расщепление поколения на активную и диапаузирующую части, в результате генерация части особей может растягиваться на 2—3 года. Зависимость интенсивности диапаузы от урожая шишек, как это имеет место, например, у конобионтов ели [7], в данном случае отсутствует. Например, в 1974 г. из перезимовавших пупариев лиственничной мухи вылетели единичные экземпляры (около 2%), остальные остались в диапаузе, а в 1975 г. вылетели почти все.

Схема генераций карпобионтов лист

Вредители	Первый год									
	май	июнь			июль			август		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Листовертка чешуй (<i>Laspeyresia illutana</i> H—S.)			И	И Л	Л	Л	Л (л)	(л)	(л)	(л)
Пестрая листвен- ничная листовертка (<i>Lobesia reliquana</i> Нб.)			И Л	И Л	Л	Л	Л	Л	Л (л)	(л)
Пятнистая листо- вертка (<i>Spilonota la- ricana</i> Hein.)				И	И	И Л	И Л	Л	Л	Л
Шишковая огневка (<i>Dioryctria abietella</i> Schiff.)				И	И Л	Л	Л	Л	Л	Л (л)
Лиственничная муха (<i>Lasiomma melania</i> Ackland.)	И	И Л	И Л	Л	Л (к)	(к)	(к)	(к)	(к)	(к)
Лиственничная лон- хеида (<i>Earomyia schi- stopryga</i> Coelin.)		И	И Л	Л	Л (к)	(к)	(к)	(к)	(к)	(к)
Семенная галлица (<i>Thomasiina sibirica</i> Matujev)		И	И	Л	Л	Л (л)	Л (л)	Л (л)	Л (л)	(л)
Семееды (<i>Eurytoma</i> , <i>Megas tigmus</i>)			И	И (л)	(л)	(л)	(л)	(л)	(л)	(л)

Условные обозначения: И — имаго (лёт и откладка яиц); Л — питающаяся в подстилке; (к) — куколка в пупарии; (л) — куколка в семени; (л) — личинка в семени;

Аналогичные особенности зафиксированы у наездников-семеядов (табл. 1). Диапауза установлена у личинок лиственничной смоляной галлицы, листовертки чешуй. Нечёткость диапаузы мы объясняем отсутствием резких периодических колебаний в количестве шишек, образующихся в разные годы. Однако не подлежит сомнению, что сама диапауза в цикле развития конобионтов выработалась и закрепилась в условиях закономерных колебаний объема текущего урожая шишек по годам в естественном ареале данной породы.

Хозяйственный ущерб от конобионтов лиственницы велик (табл. 2). Одна личинка лиственничной мухи в шишке уничтожает 50—70% семян. Наездники-семеяды повреждают до 25—50% из числа не тронутых личинками мухи, полностью уничтожая эндосперм и зародыш. Меньшее значение имеют лиственничные листовертки. Так, листовертка чешуй может полностью уничтожить семена в шишке, но процент засе-

Таблица 1

лиственницы в европейской части СССР

Зимовка (сентябрь-апрель)	Второй год									
	май			июнь			июль			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
(л)	(л) (к)	(л) (к)	(л) (к)	+	+	+	+	+		
(л)	(л) (к)	(к)	(к)	(к)	(к)					
Л	Л	Л	Л	Л (к)	Л (к)					
(л)	(л)	(л) (к)	(л) (к)	+	+	+	+	+		
(к)	(к)	(к)	(к) И	+	+	+	+	+		
(к)	(к)	(к)	(к)							
(л)	(л)	(л)	(л) (к)	(л) (к)	+	+	+	+		
(л)	(л) (к)	+	+	+	+					

личинка (гусеница); (л) — личинка в коконе в подстилке; (к) — куколка в коконе
 + + +
 (л), (к) (л — диапаузирующие стадии).

ленных ею шишек лиственницы обычно невелик, поскольку она способна развиваться и на еловых шишках. Пестрая листовертка, как правило, семян не повреждает, так как объедает шишки с поверхности.

Лиственничная смоляная галлица наносит различный ущерб. Уже 10—15 личинок в шишке, при отсутствии других насекомых, уничтожают до 15—20% семян. При наличии 30—50 личинок семена уничтожаются полностью. В семенных участках Гатчинского лесхоза Ленинградской области галлица встречалась в количестве не более 5—10 особей в шишке, а в Кингисеппском лесхозе — до 51.

Семена повреждаются очень быстро. Так, в 1972 г. через 10 дней после появления первых личинок в шишках было уничтожено 10% семян, а за последующие 10 дней — уже 82,7%. К 25 июня (начало ухода личинок в подстилку) повреждено уже 95—97% семян.

Таблица 2

Вредители	Плотность поселения, экз. на шишку		Количество заселяемых шишек, %		Особенности питания личинок
	Колебания средних по разным участкам	Максимальное число	среднее	максимальное	
Листовертка чешуй	0,1—0,5	2	$\frac{11,5}{2,0}$	$\frac{40,0}{2,0}$	Площадка на внутренней стороне чешуй и неправильные ходы между чешуями и в семенах
Пестрая листовенничная листовертка	0,1—0,2	1	$\frac{6,0}{12,5}$	$\frac{10,0}{17,0}$	На хвое и поверхности женских шишек и стробил
Пятнистая листовертка	До 0,1	1	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{5,0}{1,0}$	В пучках хвон, стяннутых паутинкой; гусеницы обгрызают шишки снаружи
Шишковая огневка	0,1—0,4	1	$\frac{0,1}{32,0}$	$\frac{33,0}{50,0}$	Площадка на внутренней стороне чешуй и широкий наполненный экскрементами ход вокруг стержня
Листоенничная муха	0,8—3,7	6	$\frac{82,5}{47,0}$	$\frac{100,0}{100,0}$	Сначала сквозной, а позднее спиральный ход сквозь чешуи и семена
Листоенничная лонхенда	0,2—1,6	10	$\frac{54,3}{34,5}$	$\frac{100,0}{100,0}$	В ходах листоенничной мухи в качестве ее спутника
Листоенничная смоляная галлица	8,8—12,9	51	$\frac{39,9}{18,0}$	$\frac{100,0}{100,0}$	Группы личинок высасывают семена и чешуи
Листоенничный малый семеед	$\frac{6,7-25,0}{2,9-4,6}$	$\frac{51}{16}$	$\frac{100,0}{100,0}$	—	Личинка выедает семя изнутри, начиная с зародыша
Листоенничный темный семеед	$\frac{1,7-19,5}{—}$	$\frac{24,0}{—}$	$\frac{100,0}{—}$	—	То же

Примечание. В числителе данные для Ленинградской области; в знаменателе—для Ивановской области.

При сборе и переработке поврежденных шишек листоенничцы на этих участках удается получить не более 1—2% полноценных семян.

Итак, листоенничная муха и наездники-семееды — основные виды, с которыми следует бороться в семенном хозяйстве. В качестве мер защиты нами [1] предложено опрыскивание плодоносящих участков инсектицидами, в частности, фосфамидом.

ЛИТЕРАТУРА

11. Бортник А. М., Гребенщикова В. П., Стадницкий Г. В. Защита шишек и семян листоенничцы на семенных участках Северо-Запада. — Сб. научных трудов ЛенНИИЛХ, вып. 21, 1974. 12]. Вредители листоенничцы сибирской. М., «Наука», 1966. 13]. Голутвина Л. С. Вредители шишек и семян хвойных пород в Иркутской области. Автореферат канд. дис. Л., 1973. 14]. Елин А. В. Некоторые особенности откладки яиц листоенничной мухой (*Lasiomma melania* Akland.) — В сб.: Материалы научной конференции молодых ученых, вып. 3, ВНИИЛМ, Пуш-

кино, 1974. [5]. Наумов Ф. В. К биологии еловой шишковой огневки. — Сб. научных трудов ЛенНИИЛХ, вып. 21, 1974. [6]. Падей Н. Н. Вредители семян ели в УССР. — «Лесное хозяйство», 1952, № 1. [7]. Стадницкий Г. В., Голутвина Л. С. Динамика численности вредителей шишек и семян хвойных пород. — Межвузовский сборник научных трудов, вып. 1. Л., 1975.

УДК 634.0.161.4

О СУТОЧНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ РОСТА В ВЫСОТУ ОДНОЛЕТНИХ ОТПРЫСКОВ ОСИНЫ

А. М. ИЛЬИН

Воронежский лесотехнический институт

Установлено, что у однолетних отпрысков осины рост по высоте ночью в два раза меньше, нежели днем. Температурные колебания не являются ведущими в суточной периодичности роста. Для отпрысков, не имеющих собственных корней, неприемлемо понятие о световом торможении роста.

Суточная периодичность роста растений давно интересовала исследователей. У многих растений отмечено ускорение роста в ночное время [9]. Это дало возможность автору сделать заключение о замедляющей роли дневного света. Однако большинство других авторов считают ведущим температурный фактор, который в сочетании с влажностью воздуха может вызывать усиление или замедление роста в любое время суток [2—4], [6]. По исследованиям в Бузулукском бору [7], прирост у сосны обыкновенной в холодные ночи мая был больше дневного, а в июне наблюдалась обратная картина. Та же закономерность была установлена и для сосны смолистой [8]. Наблюдения в Марийской АССР [1] показали, что в мае — июне прирост у акации белой, дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, клена ясенелистного, лиственницы сибирской, клена остролистного, березы бородавчатой, акации желтой, бузины, осины и ели в дневное время был в 1,3—3,2 раза больше, чем в ночное.

Мы исследовали прирост однолетних отпрысков осины с 1 по 10 августа 1974 г., в квартале 68 (выдел 2) Бобровского лесничества Бобровского опытно-показательного лесокombината (Воронежская область), в типе условий местопрорастания С₂.

На вырубках были подобраны 14 здоровых, незатененных отпрысков осины. Прирост в высоту измеряли штангенциркулем от постоянной прочной опоры с точностью до 0,1 мм, в момент восхода и захода солнца.

Одновременно фиксировали максимальные и минимальные температуры воздуха на вырубке (на высоте 0,5 м от поверхности почвы) ночью и днем. При последних замерах прироста утром 10 августа была также измерена толщина материнского корня в 3 см справа и слева от каждого отпрыска и диаметр отпрысков на высоте 10 см от места прикрепления к материнскому корню. Точность замеров 0,1 мм.

Полученные данные показали, что средний прирост за день во всех случаях был больше ночного и в среднем равнялся соответственно 6,2 и 3,0 мм. Особенно заметным различие приростов оказалось с 3 по 6 августа, когда дневной прирост был в 3—4 раза выше. С 7 по 9 августа приросты различались незначительно. Это можно объяснить условиями погоды. По данным ближайшей метеостанции, в ночь на 7 августа выпали осадки (33 мм) и резко повысилась относительная влажность воздуха. У отдельных отпрысков наблюдались значительные колебания дневных и ночных приростов, что, естественно, нельзя объяснить метеорологическими различиями. Здесь, очевидно, сказались индивидуальные особенности самих отпрысков (не имеющих собственной корневой системы) и влияние материнских корней с наличием больших запасов питательных веществ. Поэтому не следует отождествлять результаты определения суточной периодичности роста особой семенных и вегетативного происхождения, особенно в период, когда последние лишены собственных корней.

Результаты измерения диаметров отпрысков и толщины материнских корней показывают, что исследуемые отпрыски образовались на корнях разной толщины (от 7,1 до 40,5 мм), а сами отпрыски также значительно дифференцированы по диаметру (от 4,1 до 11,6 мм).

Коэффициент корреляции между диаметром отпрысков и толщиной материнских корней положителен и довольно высок ($r = +0,570$; $m_r = 0,248$ и $t_r = 2,3$). Эти данные подтверждают, что корневые отпрыски растут тем быстрее, чем толще корни, на которых они образовались [5].

В табл. 1 приведены данные корреляционной связи между диаметрами отпрысков (толщиной материнских корней) и приростом по высоте за ночь и день.

Таблица 1

Связь	r	m_r	t_r
Диаметр отпрыска и прирост за ночь	+0,701	0,215	3,3
То же за день	+0,470	0,266	1,8
Толщина материнского корня и прирост за ночь	+0,706	0,213	3,3
То же за день	+0,729	0,206	3,5

Материалы табл. 1 показывают тесную положительную корреляционную связь прироста за ночь с диаметром отпрыска и толщиной материнского корня. Умеренная положительная связь наблюдается между диаметром отпрыска и приростом за день; в этом случае критерий достоверности крайне низок. Очевидно, толщина материнского корня у однолетних отпрысков осины в большей степени, чем диаметр отпрыска, определяет суточную периодичность роста. Материнский корень с его избыточными запасами пищи и влаги хорошо изолирован от колебаний температуры приземного слоя воздуха и меньше реагирует на ее изменения, нежели сам отпрыск, непосредственно подверженный этим изменениям.

Полученные нами данные о влиянии максимальных и минимальных температур воздуха не позволяют считать температурный фактор ведущим в суточной периодичности роста (табл. 2).

Таблица 2

Связь	r	m_r	t_r
Прирост за день и максимальная температура днем	+0,415	0,345	1,2
Прирост за ночь и максимальная температура ночью	+0,238	0,367	0,7
Прирост за день и минимальная температура днем	-0,161	0,373	0,4
Прирост за ночь и минимальная температура ночью	-0,072	0,377	0,2

Из табл. 2 видно, что только между дневным приростом и максимальной температурой дня имеется умеренная положительная связь и то с весьма низким критерием достоверности.

Проведенные нами исследования суточной периодичности роста в высоту однолетних отпрысков осины позволяют сделать следующее заключение. Однолетние отпрыски осины, не имеющие собственных корней и питающиеся органическими веществами через материнскую корневую систему, дают значительные приросты как в дневное, так и в ночное время суток, причем днем отпрыски растут значительно быстрее. Суточная периодичность роста отпрысков мало зависит от изменения температурных условий, но осадки и повышенная влажность воздуха сглаживают эту периодичность, выравнивая дневные и ночные приросты. Наличие тесной положительной связи между толщиной материнского корня и диаметром отпрыска (а отсюда и его приростом) может иметь определенное практическое значение при целенаправленном формировании осинных молодняков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Данилов М. Д. Суточная периодичность в росте побегов у некоторых древесных и кустарниковых пород. — ДАН СССР, 1954, т. 96, № 1. [2]. Иванов Л. А. Физиология растений. Л., Гослестехиздат, 1936. [3]. Максимов Н. А. Краткий курс физиологии растений. М., Госсельхозиздат, 1958. [4]. Новиков В. А. Физиология растений. Л.—М., Сельхозиздат, 1961. [5]. Пятницкий С. С. и др. Вегетативный лес. М., Сельхозиздат, 1963. [6]. Раскатов П. Б. Физиология растений с основами микробиологии. М., «Советская наука», 1958. [7]. Тольский Л. П. К вопросу о влиянии метеорологических условий на развитие сосны в Бузулукском бору. — Труды по лесному опытному делу в России, 1913, вып. 47. [8]. Kienholz R. Leader, needle, cambial, and root growth of certain conifers and their relationships. — «Bot. Gaz.», 1934, № 96. [9]. Sachs J. Über den Einfluss der Lufttemperatur und des Tageslichts auf die Stündlichen und täglichen Änderungen des Längewachstummes (Streckung) der Internodion Arb. — «Botan. Inst. Wurtzburg», 1872, № 1.

УДК 634.0.58

О ВНЕСЕНИИ ПОПРАВОК В ЧИСЛЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕСА ПРИ ОБНОВЛЕНИИ КАРТ

Н. Н. КОЛОСОВА

Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки
и картографии

Предложена методика вычисления поправок в высоту и диаметр стволов деревьев, вносимых при камеральном обновлении топографических карт. Рассмотрен вопрос об отнесении совокупности древесных насаждений при определенных показателях к понятию «лес» и приведено дополнение к «Наставлению по топографическим съемкам».

Внедрение камеральных работ при создании и особенно обновлении топографических карт находит все больше сторонников. Камеральное дешифрирование аэросъемок, внесение изменений на копии со старых оригиналов, максимальное использование разнообразных ведомственных материалов позволяют сводить к минимуму, а в некоторых случаях полностью исключать полевое обследование местности.

В лесных районах изменения на картах вызываются в основном пожарами, рубками и лесовосстановлением. Дешифрирование вырубков, поросли леса, как правило, не вызывает затруднений при обновлении карт с использованием материалов аэрофотосъемки. Хорошо читаются на снимках и границы леса, и просеки. Использование цветных пленок позволяет также получать камерально сведения о породах леса, их сочетании, степени увлажнения безлесных участков и т. п.

В процессе обновления карт возникает вопрос о приведении характеристик леса к современному состоянию. В предлагаемой работе мы хотим более подробно рассмотреть методику камерального определения поправок в численные характеристики древостоя, подписываемые на обновляемых картах.

Изменения характеристики леса, вызванные ростом насаждения, зависят от породы леса, природных условий местопроизрастания. Пользуясь «Справочником таксатора» [4], можно составить таблицы приращений по высоте и диаметру стволов насаждений различных пород в связи с их ростом. Так, на основании таблицы хода роста нормальных сосновых насаждений нами составлена табл. 1, из которой видно, что максимальный прирост в высоту деревьев приходится на возраст до 40 лет, далее прирост замедляется и составляет 0,1—0,7 м за 10 лет.

Изменение прироста по высоте с увеличением возраста сосны наглядно представлено на рис. 1. Чем выше класс бонитета, тем больше прирост по высоте деревьев одного возраста.

На топографических картах высоту деревьев указывают с точностью до 1 м. Пользуясь графиком, представленным на рис. 1, можно составить таблицу приращений высот деревьев. Поправки в высоту деревьев следует вводить с учетом данных таких таблиц. Так, для сосны нами составлена таблица поправок в высоту лесов, находящихся в различных условиях местопроизрастания (табл. 2).

В качестве примечания к табл. 2 отметим, что практически высота сосновых лесов не превышает 30 м, а с ухудшением условий местопроизрастания этот предел уменьшается до 25 м и даже до 16 м. Замедленный рост старых деревьев и саморезреживание их, с одной стороны, и ускоренный рост подроста, с другой, приводят к уравниванию верхнего полога леса и поддерживают его на одной высоте, характерной для данных условий.

Как и высота деревьев, диаметр ствола — функция возраста и условий местопроизрастания. Характерные диаметры деревьев различных пород в зависимости от возраста и высоты приводятся в таблицах роста насаждений, помещенных в «Справочнике таксатора». В качестве примера рассмотрим, как изменяется диаметр стволов сосновых насаждений в зависимости от возраста. Как видно из табл. 1, наибольший прирост по диаметру у древостоев в возрасте до 50 лет, дальше он постепенно снижается до 0,7—1 м за 10 лет. Из графика изменения диаметра стволов сосновых насаждений (рис. 2) можно заметить интенсивный рост в хороших условиях местопроизрастания и снижение его с ухудшением условий.

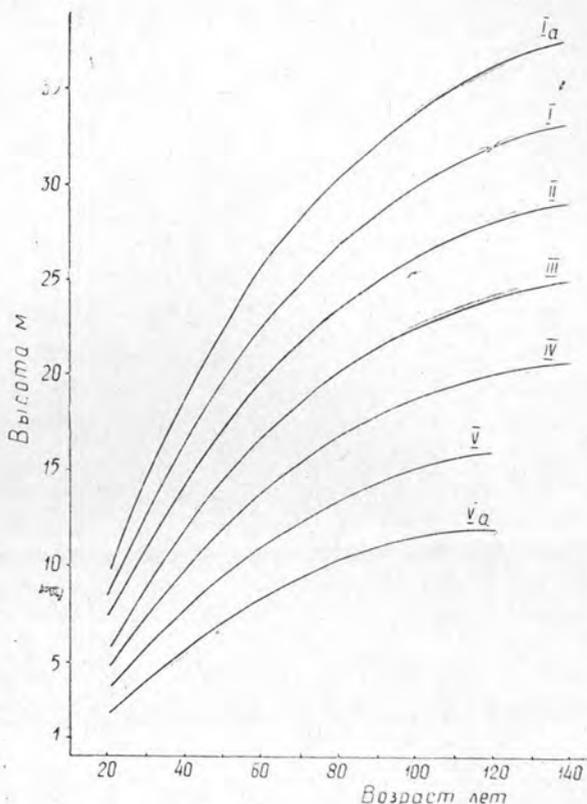
Таблица 1

Возраст, лет	Прирост в высоту, м, по классам бонитета						Прирост по диаметру, см, по классам бонитета							
	Ia	I	II	III	IV	V	Va	Ia	I	II	III	IV	V	Va
20	3,7	3,9	3,4	3,1	2,5	1,9	1,6	3,9	4,2	3,6	2,9	2,5	2,0	1,3
30	3,9	3,9	3,4	3,0	2,4	2,0	1,6	4,5	4,0	3,4	3,0	2,3	1,9	1,3
40	3,8	3,4	3,0	2,6	2,2	1,8	1,4	4,3	3,8	3,3	2,7	2,3	1,9	1,4
50	3,1	2,8	2,5	2,2	2,0	1,6	1,3	3,9	3,4	3,1	2,7	2,2	1,6	1,3
60	2,6	2,4	2,2	2,0	1,6	1,5	1,2	3,6	3,2	2,8	2,3	2,1	1,6	1,3
70	2,1	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	3,3	3,2	2,6	2,3	1,9	1,5	1,2
80	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	0,9	0,7	3,1	2,8	2,4	2,3	1,8	1,4	1,1
90	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,8	0,6	2,8	2,5	2,2	2,0	1,7	1,3	1,1
100	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,5	0,4	2,4	2,1	2,0	1,8	1,4	1,1	0,8
110	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,1	2,1	1,8	1,7	1,5	1,3	0,9	0,7
120	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	—	—	1,5	1,4	1,3	1,3	0,9	—	—
130	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	—	—	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	—	—
140														

Таблица 2

Условия местопроизрастания	Высота деревьев на обновленной карте, м	Количество лет, за которое следует вводить поправку в 1 м
Хорошие	До 22	3
	22—27	5
	Выше 27	9
Средние	До 10	3
	10—17	5
	17—20	8
	Выше 20	20
Плохие	До 8	5
	8—12	10
	Выше 12	12

Рис. 1. Изменение прироста по высоте с увеличением возраста сосны в зависимости от класса бонитета.



Если учесть, что средний диаметр ствола деревьев в лесу может быть подписан на карте с точностью 0,05 м, то можно подсчитать, сколько нужно лет, чтобы изменения диаметра сосны достигли этой величины, и составить таблицу поправок (табл. 3).

Таблица 3

Диаметр ствола, м	Число лет для достижения данного диаметра при разных условиях произрастания		
	хороших	средних	плохих
До 0,05	—	20	30
0,05—0,10	10	20	35
0,10—0,15	13	20	35
0,15—0,20	13	23	—
0,20—0,25	15	30	—
0,25—0,30	17	35	—
0,30—0,35	20	—	—
0,35—0,40	22	—	—

Диаметр ствола деревьев, как видно из таблицы, изменяется медленно, и для внесения поправки на карту должен пройти немалый срок.

Расстояние между деревьями в лесу, подписываемое на топографических картах, — величина более или менее постоянная. Это объясняется теми же факторами, что и стабильность высоты взрослого леса в одних и тех же условиях.

В «Наставлении по топографическим съемкам» [3] сказано: «Условный знак леса применяется для изображения совокупности древесных растений средней высотой свыше 4 м, имеющих сомкнутость крон более 0,2». А, например, в «Инструкции по устройству государственного лесного фонда СССР» [1] «облесенным считается болото или

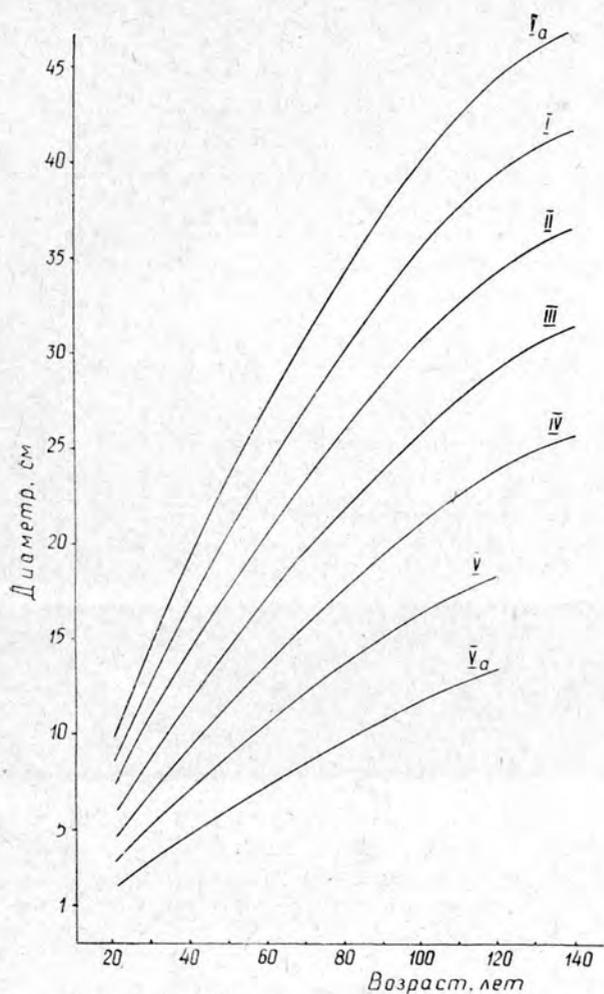


Рис. 2. Изменение диаметра стволов сосны с увеличением возраста в зависимости от класса бонитета.

часть его с древостоями не ниже Va бонитета с полнотой не ниже 0,3». Рассмотрим эти положения.

Рассчитаем максимальное расстояние между деревьями в лесу, исходя из указанных положений. Для заболоченных участков леса определение среднего из максимальных расстояния при полноте 0,3 приведено в табл. 4.

Таблица 4

Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Площадь сечения, м ²	Число деревьев на 1 га	Среднее расстояние между деревьями, м
20	2,2	1,9	0,0003	15700	0,2
30	3,8	3,2	0,0008	5900	0,4
40	5,4	4,5	0,0010	4610	0,5
50	6,8	5,9	0,0022	2080	1,2
60	8,1	7,2	0,0040	1170	2,1
70	9,3	8,5	0,0057	825	3,0
80	10,2	9,7	0,0072	653	3,8
90	10,9	10,8	0,0091	515	4,8
100	11,5	11,9	0,0111	470	5,0
110	11,9	12,7	0,0128	366	5,3
120	12,0	13,4	0,0141	332	5,9

По данным Г. Р. Эйтингена [5], для V класса бонитета минимальная площадь сечения стволов полных насаждений на 1 га равна 14 м². При полноте 0,3 минимальная площадь сечения стволов на 1 га составляет 4,2 м². Исходя из площадей сечения стволов деревьев разного возраста, определим число деревьев на 1 га. Далее, пользуясь «Наставлением», найдем расстояние между деревьями при полноте 0,3 в насаждениях Va класса бонитета. Максимальное расстояние в этом случае равно 5,9 м.

Таблица 5

Показатели	Значения показателей при разных условиях местопроизрастания		
	хороших	средних	плохих
Средний максимальный диаметр ствола, см	41,8	29,6	15,9
Площадь сечения ствола, м ²	0,137	0,069	0,020
Суммарная площадь сечения стволов на 1 га при полноте 0,2, м ²	6,0	4,0	2,8
Число деревьев на 1 га	44	58	140
Среднее максимальное расстояние между деревьями, м	16,2	14,1	9,1
Средняя максимальная высота древостоя, м	33,3	22,8	14,0
Средний максимальный диаметр крон деревьев, м	6,2	4,6	2,8
Среднее максимальное расстояние между деревьями, выраженное в числе крон	2,7	3,1	3,3

Так же рассчитаем средние максимальные расстояния между деревьями, находящимися в различных природных условиях, при полноте 0,2 (табл. 5). Из таблицы видно, что лесоустроители снижают ценз для выделения площадей леса в плохих условиях в 1,5 раза по сравнению с топографической картой. В таблице представлены также данные о диаметрах крон деревьев.

Такая таблица в «Наставлении» была бы, на наш взгляд, более понятна для топографов, чем ссылка на полноту леса 0,2 в § 75.

Наши предложения по внесению поправок в численные характеристики леса в связи с ростом насаждений сводятся к следующему.

1. Поправки в высоту леса и диаметр стволов деревьев следует вносить в том случае, если на обновляемой карте подписаны характеристики ниже максимальных, приведенных в табл. 2.

2. Поправка в высоту зависит от породы и высоты деревьев и условий местопроизрастания и для сосновых насаждений определяется по табл. 2.

3. Поправка в диаметр ствола также зависит от указанных в п. 2 факторов и определяется по табл. 3.

4. Для облегчения полевых и камеральных работ при создании и обновлении топографических карт в «Наставлении» необходимо дать четкое определение понятия «лес», основываясь на данных табл. 5;

«Условный знак леса применяется для изображения совокупности древесных растений средней высотой более 4 м, при максимальном расстоянии между деревьями в зависимости от условий местопроизрастания от 9 до 16 м (или от 2,5 до 3,5 диаметра крон)».

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Инструкция по устройству государственного лесного фонда СССР. Ч. 1—2. М., 1964. [2]. Морозов Г. Ф. Учение о лесе. Л., 1926. [3]. Наставление по топографическим съемкам. Ч. 1. М., 1965. [4]. Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. М.—Л., 1952. [5]. Эйтинген Г. Р. Лесоводство. М., 1949.

УДК 634.0.165.3/5

О ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОБУСЛОВЛЕННОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Е. П. ПРОКАЗИН, Л. А. БОПП

ВНИИЛМ

Показано, что рост вегетативного и семенного потомства сосны находится в положительной корреляционной связи со средним приростом маточных деревьев по высоте и толщине, следовательно, индивидуальная изменчивость деревьев в насаждении в определенной степени генетически обусловлена. Рассчитаны коэффициенты наследуемости.

Как известно, на первом этапе создания семенных плантаций размножают фенотипически лучшие деревья, отобранные в лучших по росту и качеству местных насаждениях. Такие деревья и насаждения называют плюсовыми. Очевидно, что фенотипический отбор обеспечит селекционный эффект лишь при условии, если разнообразие фенотипических признаков, по которым ведется отбор, в какой-то степени генетически обусловлено, а не вызвано неоднородностью условий произрастания. Конечно, после испытания потомства среди плюсовых деревьев всегда можно выделить генетически лучшие и худшие, но и по результатам такой оценки трудно определить долю генетической изменчивости в общей фенотипической изменчивости исходной популяции. По этой причине в 1959—1960 гг. нами был поставлен опыт по испытанию семенного и вегетативного потомства не отдельных плюсовых деревьев, а достаточно большой совокупности маточных деревьев сосны, взятых без выбора в естественном насаждении VI класса возраста. У всех этих деревьев определили высоту, диаметр, смолопродук-

Таблица 1

Коррелируемые признаки	Коэффициент корреляции			Корреляционное отношение		
	r	m_r	t	η	m_η	t
Привои						
Высота маточного дерева и средняя высота привоев	0,138	0,095	1,45	0,383	0,082	4,64
Средний прирост маточного дерева по высоте и средняя высота привоев	0,422	0,079	5,34	0,480	0,074	6,49
Средний прирост маточного дерева по диаметру и средний диаметр привоев	0,262	0,090	2,92	0,401	0,081	4,96
Сеянцы						
Высота маточного дерева и средняя высота саженцев	0,035	0,166	0,21	0,349	0,146	2,39
Средний прирост маточного дерева по высоте и средняя высота саженцев	0,363	0,145	2,51	0,616	0,064	9,63
Средний прирост маточного дерева по диаметру и средний диаметр саженцев	0,075	0,166	0,45	0,456	0,132	3,45

Примечание. Для привоев $t_{05} = 1,98$; $t_{01} = 2,63$; $t_{001} = 3,39$; для сеянцев соответственно 2,04; 2,75 и 3,65.

тивность, очищение ствола от сучьев (в баллах и по расстоянию до первого сука) и точный возраст.

В опыте представлено 10-летнее вегетативное потомство (привои) 108 и семенное потомство (полусибсы) 38 маточных деревьев.

Данные, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о связи свойств деревьев и потомства. Об этом можно судить по корреляционным отношениям, значимым для привоев на 0,1%-ном и для полусибсов на 5%-ном уровне. Однако коэффициент корреляции между высотой и толщиной маточных деревьев и соответствующими признаками их потомства мал.

Можно было бы заключить, что такие признаки деревьев, как высота и толщина, не наследуются, если бы нам не был известен точный возраст каждого дерева. Оказалось, что в разновозрастном по данным таксации насаждении фактический возраст маточных деревьев колебался в значительных пределах (табл. 2).

Таблица 2

Маточные деревья		Наследуемость признаков h^2			
Возраст, лет	Число, шт.	Диаметр, см	Высота, м	Расстояние до первого живого сука, %	Очищаемость от сучьев, балл
Привои					
90—100	34	0,12	0,61	0,24	0,04
101—110	28	0,27	0,65	0,31	0,13
111—120	27	0,31	0,43	0,28	0,11
121—130	11	0,62	0,35	0,39	0,39
Сеянцы					
90—130	38	0,45	0,46	Нет данных	Нет данных

Примечание. Привои восьми деревьев не учтены из-за их малочисленности или случайных механических повреждений.

Если вместо высоты и диаметра ствола использовать средний прирост по высоте и диаметру, различие маточных деревьев по возрасту на результатах оценки потомства сказывается меньше. Оказалось, что между средним приростом маточных деревьев по высоте и средней высотой привоев и полусибсов наблюдается средняя корреляция, значимая в первом случае на 0,1%-ном, во втором — на 5%-ном уровне. Средний прирост дерева по диаметру слабо влияет на толщину привоев и не влияет на высоту полусибсов.

Коэффициент детерминации r^2 указывает, что изменчивость среднего прироста деревьев по высоте определяется на 17,8% изменчивостью высоты привоев и на 13,2% — изменчивостью высоты полусибсов; изменчивость среднего прироста маточных деревьев по диаметру определяет 6,8% изменчивости диаметра привоев и не влияет на высоту полусибсов. Эти величины могут быть приняты в качестве показателей степени наследуемости указанных признаков деревьев.

Расчет коэффициентов наследуемости h^2 в однофакторном дисперсионном комплексе для вегетативного потомства дал положительные результаты после того, как маточные деревья были разделены на возрастные группы (табл. 2). Для оценки качества ствола привоев использовано число ветвей (почек) в мутовке.

Как показывают данные, приведенные в табл. 2, основные признаки роста и качества маточного дерева влияют на соответствующие признаки потомства, причем позитивный отбор по диаметру и очищению от сучьев эффективнее среди более старых, а по высоте — среди более молодых деревьев. Это вполне согласуется с известными закономерностями формирования древостоев.

Оценка наследуемости индивидуального уровня смолопродуктивности в общем подтвердила данные, полученные ранее Е. П. Проказиным и А. В. Чудным*: h^2 для вегетативного потомства равен 0,787, для семенного — 0,511.

Итак, индивидуальная изменчивость деревьев в популяциях сосны по высоте, толщине, очищению ствола от сучьев и смолопродуктивности генетически обусловлена. Фенотипический отбор деревьев по этим признакам следует рассматривать как эффективный прием селекции.

* Проказин Е. П., Чудный А. В. Наследуемость уровня смолопродуктивности сосны обыкновенной. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1968, № 2.

Важно подчеркнуть, что положительные результаты возможны как при вегетативном, так и при семенном размножении деревьев, хотя у клонов степень наследуемости селективируемых признаков и выше. Следовательно, для получения сортовых семян можно создавать как клоновые, так и семейственные семенные плантации (лесосеменные сады).

УДК 634.0.114.5

О ВРЕДНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НЕФТИ НА ПОЧВУ И РАСТЕНИЯ

В. М. НЕВЗОРОВ

Боровая ЛОС

Излагаются результаты экспериментальных полевых исследований влияния нефти на почву и растения.

В связи с возрастающим объемом нефтедобычи учащаются случаи разлива нефти на лесных площадях.

Для установления гербицидного действия нефти на растения и длительности периода самостерилизации почвы был поставлен следующий опыт в Бузулукском бору Оренбургской области. По поверхности почвы разливали нефть в дозах 4, 9, 18 л на 1 м²; контроль — без внесения нефти. Повторность опыта двойная. Почва дерново-боровая связнопесчаная, малогумусированная. Опыт начат 10 июня 1971 г.

Посевы семян сосны и трав, проводившиеся ежегодно весной и осенью, показали отрицательное воздействие нефти на почву: в течение пяти лет она была не пригодной для прорастания семян. Такое влияние нефти на почву связано, по всей вероятности, не только с ее токсичностью, но в большей степени с приобретением почвой гидрофобных свойств: вода не впитывается почвой. Это предположение подтверждается тем, что сохраняется жизнеспособность семян, пролежавших 2—3 месяца и даже проросших в загрязненной почве.

В целях выявления влияния нефти на подрост сосны заложен опыт в условиях мшистого сосняка равнин на дерново-боровых связнопесчаных почвах (квартал 74

Таблица 1

Доза нефти, л/м ²	Время учета	Годичный прирост в высоту, % от контроля		Распределение сосенок по состоянию, %					
		I повторность	II повторность	I повторность			II повторность		
				Здоровые	Ослабленные	Сухие	Здоровые	Ослабленные	Сухие
5	IX. 1971 г.	79	68	100	—	—	100	—	—
	IX. 1972 г.	94	74	86	—	14	82	18	—
	IX. 1973 г.	57	73	58	28	14	91	9	—
	X. 1974 г.	50	50	57	14	29	91	9	—
	IX. 1975 г.	42	67	57	14	29	91	—	9
10	IX. 1971 г.	53	100	100	—	—	100	—	—
	IX. 1972 г.	63	56	37	38	25	67	33	—
	IX. 1973 г.	71	82	22	45	33	50	33	17
	X. 1974 г.	14	41	25	—	75	50	17	33
	IX. 1975 г.	8	48	12	—	88	50	17	33
15	IX. 1971 г.	37	71	89	11	—	92	8	—
	IX. 1972 г.	31	39	—	62	38	46	54	—
	IX. 1973 г.	0	9	—	25	75	36	46	18
	X. 1974 г.	5	15	12	13	75	46	18	36
	IX. 1975 г.	—	21	—	—	100	46	18	36
20	IX. 1971 г.	26	77	67	33	—	100	—	—
	IX. 1972 г.	19	35	—	17	83	40	60	—
	IX. 1973 г.	14	64	—	17	83	40	60	—
	X. 1974 г.	5	26	—	17	83	60	20	20
	IX. 1975 г.	—	44	—	—	100	60	20	20

Примечание. На контрольных площадках все сосенки здоровые.

Борового опытного лесничества). 10 июня 1971 г. площадки с подростом были залиты нефтью из расчета 5, 10, 15 и 20 л на 1 м², контроль — без нефти. Средняя высота сосенок на площадках первой повторности 47—56 см, второй — 106—133 см. Результаты опыта сведены в табл. 1.

Анализируя этот опыт, можно отметить, что губительное действие нефти на подрост сосны проявляется не сразу. Вначале бледнеет хвоя и усыхают ее кончики, затем опадает хвоя старших возрастов, снижается прирост в высоту, в дальнейшем появляется суховершинность, и сосенки отмирают. В зависимости от количества нефти и размеров подроста этот процесс может продолжаться 1—3 и более лет.

Между количеством внесенной нефти и числом погибших сосенок выявлена тесная связь, близкая к прямой (r = 0,952 ÷ 0,986). Снижение прироста в высоту пропорционально увеличению дозы нефти (r = 0,856 ÷ 0,998).

Как видно из опытов, губительное действие нефти на подрост сосенок высотой до 75 см проявляется уже при дозе 5 л/м², для сосенок высотой 110—130 см — при дозе 10 л/м². В общем, чем крупнее подрост, следовательно, чем глубже расположены его корни, тем большую дозу нефти он может выдержать. Однако на практике мы наблюдали много случаев гибели взрослых деревьев сосны и лиственных пород возле буровых площадок.

Таким образом, нефть опасна для жизни растений; она весьма продолжительное время сохраняет свои гербицидные свойства. Рекультивация таких почв заключается в удалении загрязненного горизонта или в засыпке его слоем почвогрунта, достаточным для обеспечения деятельности растений.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 634. 0.79.001.5

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ЛЕСНОЙ НАУКИ
В ДЕСЯТОЙ ПЯТИЛЕТКЕ

В. Н. СЕВАСТЬЯНОВ, В. Н. ХУДОНОВ

Сибирский технологический институт

Принятые XXV съездом КПСС «Основные направления развития народного хозяйства на 1976—1980 годы» ставят перед учеными важные задачи, главными из которых являются: «повышение вклада науки в решение актуальных проблем строительства материально-технической базы коммунизма, ускорения научно-технического прогресса и роста эффективности производства, повышения благосостояния и культуры народа, формирования коммунистического мировоззрения трудящихся».

Ученые вузов с большим энтузиазмом воспринимают эти задачи и считают успешное их претворение в жизнь своим партийным и гражданским долгом. Одним из важных рычагов повышения эффективности научного поиска является, на наш взгляд, улучшение системы планирования и управления вузовской наукой. Свои соображения о путях решения этой проблемы мы рассматриваем на примере научно-исследовательской (НИР) и опытно-конструкторской работы (ОКР) Сибирского технологического института (СибТИ).

1. Планирование НИР

Планирование «снизу» или «сверху» — так можно сформулировать основной вопрос.

Планирование «снизу» состоит в том, что тематика научных исследований формируется в низовых научных коллективах с последующим сведением этих планов в проблемную тематику. При таком подходе общее направление вузовской науки по отдельным проблемам нередко оказывается плохо связанным с задачами перспективного развития производительных сил данной отрасли народного хозяйства. Например, на лесонинженерном факультете СибТИ план НИР формируется по предложениям кафедр. И хотя ряд предложений входит в отраслевые планы НИР, актуальные темы не взаимосвязаны замкнуто по всему циклу лесопромышленного производства. Так, вопросы лесозаготовок не увязаны с лесотранспортом, водный транспорт леса — с сухопутным, автоматизация производственных процессов — с общим уровнем механизации трудоемких работ.

При планировании «сверху» цели НИР и ОКР формулируют руководящие отраслевые органы; они определяют конкретные задачи научных коллективов как перспективные, так и ближайшие. В результате научные силы направляются на решение важнейших проблем. Сегодня такой постановке вопроса отвечает система программно-целевого планирования, в которой традиционные прямые связи между заказчиком (отрасль) и исполнителем (вуз) заменены системой: вуз — Минвуз — отрасль. Система программно-целевого планирования НИР должна учитывать реальный научный потенциал как исследовательских, так и учебных институтов и обеспечивать эффективность его использования.

К сожалению, к разработке проблем развития производительных сил лесной и деревообрабатывающей промышленности (например, Ангаро-Енисейского региона) явно недостаточно привлекаются сибирские ученые. Так, в разработке вопросов развития Усть-Илимского комплекса основная роль отведена ученым Ленинграда и Москвы, а не сибирякам. Например, исследования по сушке древесины лиственницы для Усть-Илимского комплекса закреплены за Московским лесотехническим институтом, где ранее не занимались этой проблемой, тогда как кафедра теплотехники и лаборатория сушки проблемной лаборатории СибТИ, много лет изучавшие особенности сушки древесины лиственницы, остались в стороне.

Другой пример. В зоне Лесосибирска ежегодно не используется около 1 млн. м³ древесных отходов. Минлеспрот СССР, решая вопросы комплексного использования древесины, закупает для Лесосибирска импортное оборудование заводов химической переработки древесных отходов. В то же время коллективом кафедры химической технологии древесины Сибирского технологического института под руководством

проф. Э. Д. Левина разработана технология, позволяющая вести работу на уровне мировых стандартов на отечественном оборудовании.

Совершенно очевидно, что сегодня «собрание» планов по отдельным темам от лабораторий и кафедр отраслевых и учебных институтов полностью изжило себя как метод планирования НИР. На смену ему должно прийти программно-целевое планирование, предусматривающее создание координационных Советов по проблемам. В частности, по Ангаро-Енисейскому региону такой Совет может быть создан на базе старейшего лесного вуза — Сибирского технологического института (головной), Сибирского научно-исследовательского института лесной промышленности (СибНИИЛП), производственных объединений «Красноярсклеспром» и «Красноярсклесозэкспорт» и ряда других научных организаций.

2. Организация НИР и ОКР

Важнейшим условием успешного развития НИР является обеспечение связи науки с производством. В качестве примера можно привести деятельность научных коллективов Сибирского технологического института в области новых форм связи с производством — договоров о сотрудничестве. Коллектив института стремится заключить с крупными производственными объединениями Ангаро-Енисейского региона договоры о сотрудничестве, которые предусматривают, кроме научных аспектов, целевую подготовку кадров, качественное проведение производственных практик, выполнение реальных курсовых и дипломных проектов, контакты по партийной, комсомольской и профсоюзной линиям. Такие договоры заключены с объединениями «Красноярсклеспром» и «Красноярсклесозэкспорт». Однако основное не в развитии связей научных коллективов и предприятий, а в разработке централизованно-координированной тематики, когда производственным ставится задача обеспечить развитие научных исследований. Существующая цепочка сквозного планирования — задача народного хозяйства — целевые НИР — технические предложения — опытно-конструкторские работы — испытания — может быть эффективно осуществлена только при активном участии в этой работе производственников.

Примерами реализации такой постановки вопроса являются придание научно-исследовательским и учебным институтам опытных производств или создание научно-производственных объединений.

Однако основная масса научных коллективов все еще не имеет узаконенной связи с производством. Более того, имеются причины, порождающие негативное отношение производственников к научным коллективам.

Показательна история разработки в Сибирском технологическом институте пакетоформирующей машины (ПФМ) для пиломатериалов. После испытания опытного образца ПФМ в 1972 г. было намечено внедрить ее по всей отрасли в 1973 г. Однако по вине «Красноярсклесозэкспорта» опытный образец так и не был создан. СибТИ вынужден был своими силами проектировать и изготавливать ПФМ в виде модели в $\frac{1}{2}$ натуральной величины. В 1974 г. Красноярским пуско-наладочным управлением был изготовлен макетный образец, однако из-за ряда отклонений от чертежей длительное время линию в работу запустить не удавалось. Было принято решение о перебазировании машины в институт, и за короткий срок она была пущена.

Значительные экономические потери от затяжки внедрения ПФМ минимум на 4 года очевидны. Более того, для первой очереди Усть-Илимского ЛДК было закуплено финское оборудование фирмы «Валмет».

Другая острая проблема — внедрение. Тут многое зависит от ученых, но и предприятию нелегко заниматься внедрением. Нередко внедрение новой техники и технологии связано со снижением выпуска продукции, отвлечением средств и рабочей силы. Например, кафедрой водного транспорта леса в свое время были разработаны механизированные понтоны для сопровождения ангарских плотов, что сулило не только технико-экономический эффект, но и сохранение нерестилищ ценных рыб. Однако, несмотря на положительные результаты испытаний и одобрение производственников, понтоны до сих пор не внедрены из-за отсутствия фондов на металл.

Внедрение новой техники и технологии должно быть предусмотрено в перспективной производственной программе предприятия. Должны быть учтены затраты на внедрение и в ряде случаев временное снижение выпуска продукции.

По нашему глубокому убеждению, улучшение системы планирования и управления лесной наукой через координацию по регионам может стать мощным рычагом повышения ее эффективности на основе более рационального использования громадных потенциальных возможностей вузовских ученых. К этому нас призывают решения XXV съезда КПСС.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 634.0.181.5

МОНОГРАФИЯ О БЫСТРОРАСТУЩИХ ДЕРЕВЬЯХ*

Рецензируемая книга вышла в свет вторым переработанным изданием. Она содержит подробные материалы о 13 хвойных и 28 лиственных ценных быстрорастущих древесных породах. Для каждой породы даны экологическая характеристика, ареал, типы леса, структура вида, способы размножения, опыт создания культур и их таксационная характеристика (для наиболее распространенных и важных пород эти сведения более подробны).

Особенно детальны данные о размножении древесных пород (естественном и искусственном), способах создания и выращивания культур с применением различных агротехнических мер ухода за ними (в том числе удобрения, культивация, борьба с вредителями и т. д.).

Книга Ф. Л. Щепотьева и Ф. А. Павленко — полезное пособие для лесоводов, в котором по литературным данным обобщено значительное количество сведений. Об этом же говорит и солидный список литературы (239 русских названий и 53 — иностранных).

В этой хорошей книге есть и некоторые недостатки. Встречаются таксационные данные древостоев без указания на существенные обстоятельства. Так, неизвестно, в каком возрасте сибирская лиственница дает средний прирост в высоту 22 см (с. 61); диаметр секвойядендрона гигантского 108 см явно занижен (с. 103); в отдельных местах текста указаны запасы на 1 га, но без уточнения полноты древостоев (с. 138, 144).

На с. 33 говорится об изменении класса бонитета при осушении, но не уточнено, какой бонитет имеется в виду — общий или текущий (вероятнее всего — второй). Нельзя приравнивать производительность ельников-кисличников и ельников-черничников, да еще оценивать их все Ia—Ic классами бонитета. Это верно не для всех районов ареала ели.

По отношению к некоторым породам в книге нет ясности, следует ли считать их видами или разновидностями. Это относится к курильской лиственнице (с. 78 и 82), лиственнице Чекановского (с. 78), тополям Болле и Бахофена (с. 128), тополи нарынскому (не «нарымскому», как напечатано на с. 140). Кстати, неясно, почему этот тополь, растущий в северной части Средней Азии и в Закавказье, оказался приуроченным к песчаным территориям европейской части СССР.

Книга не имеет четкой географической привязки, хотя она посвящена в основном южным и среднеширотным районам с интенсивным лесным хозяйством (есть лишь небольшие экскурсии в Карелию и некоторые другие районы).

На с. 9 излишне точно определено начало цветения. Это, конечно, не событие одного дня, а период, изменчивый в разные годы.

Непонятно, почему на с. 118 сумчатый гриб *Penicillium* отнесен к актиномицетам.

Несмотря на указанные недостатки, польза книги несомненна.

П. И. Войчалъ.

Архангельский лесотехнический институт.

* Щепотьев Ф. Л., Павленко Ф. А. Разведение быстрорастущих древесных пород. М., «Лесная промышленность», 1975.

УДК 634.0.161.4

МОНОГРАФИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ*

Вышла в свет на русском языке монография наших немецких коллег Х. Лира, Г. Польстера и Г.-И. Фидлера «Физиология древесных растений», оригинальное издание которой появилось в 1967 г. Эта монография, кроме предисловий авторов и ответственного редактора русского издания, включает 11 специальных разделов (глав), списки цитированных книг и названий растений и предметный указатель. К каждой главе дается библиография, облегчающая знакомство с излагаемым вопросом. Объем монографии 26,5 п. л., она содержит 69 таблиц и 168 иллюстраций.

Авторы книги вводят читателя в сложнейшие тайны жизни растений, химизм и экологию процессов фотосинтеза и дыхания, экологию водного режима, роста и развития растений. Особенно подробно изложены вопросы, связанные с содержанием, свойствами, происхождением и превращением в древесных растениях органических веществ, с их использованием на различные ростовые реакции дерева. Существенное внимание уделено содержанию макро- и микроэлементов в различных частях древесных растений, листовой диагностике и ее применению к древесным породам, микотрофному питанию, устойчивости к засухе, жаре и холоду. Даются представления о регуляторах роста растений, их синтезе и превращениях и влиянии на ростовые процессы, фото- и геотропизме растений.

Очень важные для лесохозяйственной практики вопросы изложены в разделах «Рост и внешняя среда» и «Ход роста и развития», в которых подробно анализируется влияние внешних условий на рост надземных и подземных органов, состояние покоя, выявляются фотопериодические экотипы, физиологические основы теневыносливости и светолюбия древесных растений, приводятся уравнения Е. Мичерлиха, Х. Томазиуса и др. по продуктивности растений в зависимости от комплекса факторов внешней среды, показываются воздействия внешних и внутренних факторов на цветение и плодоношение деревьев, причины периодичности плодоношения, освещается проблема геронтологии древесных пород и вопрос о старении меристемы и клона в целом. Читатель найдет здесь также сведения о высокой синтетической деятельности корней.

Большую и весьма трудоемкую работу по переводу и редактированию книги выполнил проф. Н. В. Лобанов. Мы имеем теперь книгу, полно и достаточно глубоко освещающую многие сложные проблемы физиологии и биохимии древесных растений. Она представляет собой ценную и систематизированную сводку современных, порой противоречивых, представлений по всем основным процессам метаболизма в дереве. Эта монография — ценное пособие для студентов лесотехнических вузов страны, научных работников и практиков, сталкивающихся с вопросами рационального ведения лесного хозяйства. Она, несомненно, будет способствовать дальнейшему развитию исследований в физиологии и биохимии лесных древесных растений.

Вместе с тем следует указать и на некоторые недочеты. Отдельные теоретические представления устарели, особенно по механизму ряда физиологических процессов, сущности процессов роста и развития. Существенно изменились, например, взгляды на сущность процесса фотосинтеза, что можно видеть из работ Д. Арнона, А. Красновского, А. Ничипоровича, Т. Годнева и др., сильно (примерно в 7 раз)

* Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.-И. Физиология древесных растений. Перевод и редакция Н. В. Лобанова. М., «Лесная промышленность», 1974.

завышена биологическая продуктивность мирового океана и КПД фотосинтеза в нем (Дювинью, Танг, 1968 и др.). В настоящее время недостаточно определять рост растений как процесс необратимого увеличения размеров, веса или массы организма, а развитие — как качественные изменения в увеличении размеров растений. Наиболее удачное определение указанных процессов принадлежит выдающемуся советскому физиологу растений Д. А. Сабину: «Рост — процесс новообразования элементов структуры организма; развитие — изменения в новообразовании элементов структуры организма, обусловленные прохождением организмом жизненного цикла». Существенные изменения претерпело и мнение о роли почвенной углекислоты в жизнедеятельности растений (Курсанов и др., 1952—1953; Столвик, Тиман, 1957; Гесслер, 1963—1964 и др.), в том числе древесных (наши данные, 1967, 1968—1969). Древесные породы противостоят влиянию затопления почвы, образуя придаточные корни не только на стволе (стр. 183), но и на самих корнях (работы А. Я. Орлова, С. Э. Вомперского и наши), а также благодаря ряду других адаптаций (наши данные, 1973, 1974).

Совершенно не затронуты в книге такие важные в теоретическом и практическом аспектах проблемы, как солеустойчивость древесных растений, стойкость их к вредным газам, дыму, пыли и другим вредным воздействиям. Слабо представлены материалы о роли почвенного питания в ростовых реакциях древесных растений, о размерах физиологически активной поверхности корневых систем деревьев и др. Недостаточно ссылок на работы Н. А. Максимова, Б. А. Келлера, В. Р. Заленского и других советских физиологов растений.

Замечены неточности в переводе и ряд опечаток.

Есть в русском переводе книги и не привычные нашему читателю термины и выражения, которые следовало бы объяснить в примечаниях. Например, «реакционная древесина» вместо принятого у нас «кременая древесина» (стр. 27, 293—296), «брутто формула» вместо «общая формула» (стр. 38), «сосняк политрихум» вместо «сосняк долгомощник» (стр. 165), «аппаратная и реальная ассимиляция» вместо «наблюдаемый и истинный фотосинтез» (стр. 214) и т. д.

Отмеченные недостатки не умаляют большой ценности монографии немецких физиологов растений, которая, на наш взгляд, долго будет настольной книгой многих лесобиологов мира и послужит дальнейшему развитию лесной дендрофизиологии.

А. В. Веретенников.

Архангельский институт леса и лесохимии.

ЮБИЛЕИ

ХАРИТОН АЛЕКСЕЕВИЧ ПИСАРЬКОВ

(к 80-летию со дня рождения)

13 июня 1976 г. исполняется 80 лет профессору, доктору технических наук Харитону Алексеичу Писарькову.

Харитон Алексеевич родился в д. Горбово Красненского района Смоленской области в семье крестьянина. В 1911 г. Х. А. Писарьков поступил в землемерно-агрономическое училище. В период с 1920 г. по 1925 г. продолжил образование в Гореском сельскохозяйственном институте по специальности — мелиорация. С этого времени вся жизнь Харитона Алексеевича связана с мелиорацией земель. После окончания института он был оставлен на кафедре «Осушение земель», а затем перешел в Северный научно-исследовательский институт, где свыше 15 лет был заведующим сектором гидромелиорации и заместителем директора по научной части.

За научные исследования по осушению сельскохозяйственных земель Харитону Алексеевичу в 1936 г. без защиты диссертации была присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук, а в 1940 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук. Х. А. Писарьков — крупнейший специалист в области теории осушения сельскохозяйственных и лесных земель. Ему принадлежит около 100 крупных научных работ, широко используемых учеными многих стран. Научные разработки Х. А. Писарькова постоянно используются и в технических указаниях по осушению земель.

Х. А. Писарьков внес большой вклад в дело подготовки инженерных кадров. С 1945 г., свыше 30 лет, Харитон Алексеевич работает на лесохозяйственном факультете Ленинградской лесотехнической академии профессором кафедры почвоведения и гидромелиорации и преподает гидротехнические мелиорации лесных земель. Значителен вклад профессора Х. А. Писарькова и в учебно-методическую работу. Ему принадлежит несколько учебников и учебных пособий по гидротехническим мелиорациям лесных земель.

Много труда вложил Харитон Алексеевич и в подготовку научных кадров. Среди его учеников около 25 кандидатов и несколько докторов наук.

Разносторонняя научная, педагогическая и общественная деятельность Х. А. Писарькова получила высокую оценку. Он неоднократно поощрялся правительственными наградами.

Работники лесного хозяйства и учебных заведений, зная Харитона Алексеевича Писарькова как глубоко принципиального, высоко образованного, хорошо эрудированного ученого и педагога, горячо поздравляют его со славным юбилеем и желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов!

Коллектив сотрудников.

НЕКРОЛОГИ

ПАМЯТИ Г. А. ТОЛЬСКОГО

4 марта 1976 г. скончался доктор технических наук, профессор кафедры целлюлозно-бумажного производства Лесотехнической академии Георгий Андреевич Тольский.

Г. А. Тольский родился 20 февраля 1906 г. в семье известного ученого-лесоведа. В 1930 г. Георгий Андреевич закончил химическое отделение лесотехнологического факультета Ленинградской лесотехнической академии и начал работать в качестве инженера конторы «Бумстрой».

С самого начала молодого инженера заинтересовали вопросы производства картона. В 1931—1935 гг. он работал заместителем главного инженера картонной фабрики в Горьковской области, затем вплоть до начала Великой Отечественной войны — старшим инженером Ленинградского объединения «Буммонтаж», где занимался вопросами реконструкции картонных предприятий. В годы войны Георгий Андреевич с семьей эвакуировался на Урал, где успешно руководил отделом капитального строительства Ново-Лялинского целлюлозно-бумажного комбината. В 1946 г. Г. А. Тольский работает главным инженером картонной фабрики в г. Суоярви (Карельская АССР), а в 1947 г. он возвратился в Ленинград, где был назначен главным технологом института «Гипробум».

В 1950 г. Георгий Андреевич поступил в очную аспирантуру при ВНИИБе и в 1954 г. успешно закончил ее, защитив кандидатскую диссертацию, посвященную исследованию процесса отлива картона на круглосеточном цилиндре.

В течение 1954—1960 гг. Г. А. Тольский продолжает работать в Гипробуме и ЦНИИБуммаше, а в 1960 г. по конкурсу проходит на должность доцента кафедры целлюлозно-бумажного производства Лесотехнической академии, где и работал в течение последних 15 лет. В 1970 г. Георгий Андреевич успешно защитил докторскую диссертацию, а через два года был утвержден ВАКом в ученом звании профессора.

Проф. Г. А. Тольский оставил крупное научное наследие — 80 опубликованных работ, посвященных, главным образом, вопросам теории отлива картона на круглосеточных машинах и структуре картонного листа. За время работы в Лесотехнической академии Георгий Андреевич выпустил более 150 дипломников и подготовил 7 аспирантов, которые защитили кандидатские диссертации. Ученики Георгия Андреевича успешно трудятся на различных должностях как в нашей стране, так и в странах народной демократии.

Г. А. Тольский был требовательным педагогом, умелым руководителем, простым и доброжелательным человеком, оставившим по себе добрую память в сердцах всех близко его знавших.

Ю. Н. Непенин, Д. М. Фляте, И. С. Хуторщиков,
Н. П. Старостенко, П. А. Демченков, Н. С. Вишневская,
Т. М. Кириленко, Г. И. Чижов, Б. Н. Филатов,
Т. В. Кабанова.

Ленинградская лесотехническая академия

ПАМЯТИ ТОВАРИЩА

21 марта 1976 г. трагически погиб Пантелей Петрович Посохов, доктор сельскохозяйственных наук, член КПСС с 1964 г., заведующий кафедрой общего лесоводства Воронежского лесотехнического института.

П. П. Посохов родился 12 августа 1932 г. в с. Старый Хутор Валуйского района Белгородской области в семье колхозника. В 1949 г. он поступил на лесомелиоративный факультет Харьковского сельскохозяйственного института, который окончил с отличием в 1954 г. По рекомендации Ученого совета института поступил в аспирантуру Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации. После успешной защиты кандидатской диссертации в 1959 г. продолжал работу в этом институте в должности старшего научного сотрудника отдела лесоводства, руководителя лесотипологической группы. В этот период под руководством и при участии П. П. Посохова изучались типы лесов Крыма, многих районов Кавказа, Полесья и лесостепи УССР. Результатом этой работы явилась защита Пантелеем Петровичем в 1972 г. диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Будучи крупным специалистом в области типологии горных лесов, он опубликовал около 70 работ по этим вопросам. Разработанные им классификации типов леса вошли в инструкции по картографированию почв и типов леса Гослесфонда УССР.

В феврале 1973 г. Ученым советом Воронежского лесотехнического института П. П. Посохов был избран на должность заведующего кафедрой общего лесоводства. Работая в ВЛТИ, Пантелей Петрович проявил себя как широко эрудированный научный работник, энергичный организатор, прекрасный, доброжелательный товарищ. Возглавляя кафедру общего лесоводства, он уделял большое внимание идейно-теоретическому содержанию лекций, совершенствованию методической работы, развитию студенческой научной работы. Его научные исследования и разработанные типологические схемы для лесов Закавказья легли в основу проектирования лесохозяйственных мероприятий на предстоящую пятилетку. Большую работу выполнял П. П. Посохов по внедрению лесной типологии в практику лесного хозяйства. Он являлся постоянным научным консультантом работников экспедиций «Леспроект» и «Союзгипролесхоз» по применению классификации типов леса и их практическому использованию. В октябре 1975 г. коммунисты института оказали ему высокое доверие, избрав членом парткома, ответственным за научно-исследовательскую работу.

Пантелей Петрович Посохов ушел из жизни в самом расцвете сил, полный энергии и творческих замыслов. Память о нем — принципиальном коммунисте, видном ученом и хорошем товарище — навсегда сохранится в наших сердцах.

Группа товарищей

СОДЕРЖАНИЕ

В. С. Щеглова, Н. Д. Добрынина. За союз науки с производством	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

В. М. Еремин. К вопросу о филогенетической специализации элементов вторичной флоры в сем. <i>Pinaceae</i> Lindl.	5
С. В. Соколов. О положении среднего дерева в древостое	8
Е. Н. Самошкин, В. П. Иванов. Влияние N-нитрозэтилмочевины в газовой фазе на сосну обыкновенную	11
Н. М. Матвеев. О сезонной и годичной динамике аллелопатического режима в естественных лесных биогеоценозах степного Приднепровья	15
В. Н. Мальковский. О содержании каротина в хвое разных частей кроны сосны	19
В. И. Рубцов, М. Ю. Смирнова. К вопросу о влиянии лесотипологического происхождения семян сосны на рост молодняков	22
М. Е. Васильев. Регулирование снегодинамики в биоэкологической системе лесная полоса — защищенное поле	24

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Л. В. Коротяев, В. Д. Есафов. К вопросу об определении некоторых геометрических параметров хлыста и дерева	32
С. А. Помогаев, В. И. Соломатников. Основы общей динамики валки и паке-тирования леса	39
С. И. Морозов. Влияние температурного эксцентриситета рельсо-шпальной решетки на устойчивость пути	44
Д. К. Воевода, С. К. Теслюк. К вопросу о раскряжке хлыстов пачками	48
А. А. Крупанин. Пути развития ремонтной службы лесозаготовительных производственных объединений	53
И. Б. Потаповский, А. К. Гороховский. Регулятор мощности конденсаторных установок	56

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

А. А. Санников. К расчету станин лесопильных рам на жесткость	60
Г. Д. Блюмин, Т. П. Стукова. Колебания динамически неуравновешенного ножевого диска рубительной машины	62
А. А. Филонов, Т. П. Белова, А. А. Щербинин. Влияние породы древесины на твердость древесностружечных плит	69
В. Г. Любимов. О стружкообразовании при шлифовании ДСП-В	71
А. Н. Обливин, А. З. Долгинцев. Проницаемость древесностружечного пакета	77
В. П. Стрелков, В. Ю. Мирецкий, В. В. Фефилов. Применение мочевино-формальдегидной смолы в производстве древесноволокнистых плит	82
О. Н. Мильшева. Образование ядерных веществ в древесине березы при ее поранении и поражении грибами	85
Л. С. Суровцева. Исследование качественного состава отпада от пиломатериалов экспортного назначения	88

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. А. Селецкая, Д. А. Беленков. Оценка токсичности некоторых солей плавиковой кислоты для пленчатого домашнего гриба (<i>Coniophora cerebella</i> Schroet.)	91
Н. А. Иванов, В. Н. Пиялкин, А. А. Юринова, А. Т. Олейник. Химический состав «вредной» смолы сульфитно-целлюлозного производства	97
Н. А. Николаева, Э. И. Чупка, В. М. Никитин. Анализ ЭПР-спектров лигнина	103
Е. В. Грачева, Э. Д. Левин. Исследование смолы, получаемой при пиролизе шихтовых брикетов	109
В. И. Крупенский, И. И. Корольков, Н. П. Микуш. Окисление ксилозы ионами меди и влияние на этот процесс аниона соли и величины рН	111

- М. Я. Зарубин. Механизм действия кислот на лигнин. Возможные пути образования катион-радикалов лигнина в сильных кислотах 115

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

- П. В. Ласточкин, В. А. Мельник. Определение оптимальных параметров пневмопривода бревносбрасывателей по упрощенной методике 123
- Н. Г. Штольцер. Методы расчета режимов поперечного пиления в станках с инерционными приводами 128
- Б. В. Ковылов, Ю. В. Новоселов. Некоторые вопросы динамики систем автоматического регулирования реактивной мощности в распределительных сетях леспромпхозов 133

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Л. Б. Иванов. О качестве управления производством 138
- В. Д. Щербаченко. Эффективность различных форм организации техобслуживания тракторов в лесхозах 141
- А. А. Шуревич. Экономическая эффективность лесовыращивания на осушенных безлесных низинных болотах 143
- В. И. Гавриленко. К вопросу о формировании оборотных средств при хозрасчетной организации производства лесных культур 146

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Г. В. Стадницкий, Л. С. Голутвина, В. П. Гребенщикова. Вредители семян лиственницы в условиях лесосеменного хозяйства 151
- А. М. Ильин. О суточной периодичности роста в высоту однолетних отпрысков осины 155
- Н. Н. Колосова. О внесении поправок в численные характеристики леса при обновлении карт 157
- Е. П. Проказин, Л. А. Бопп. О генетической обусловленности индивидуальной изменчивости сосны обыкновенной 162
- В. М. Невзоров. О вредном воздействии нефти на почву и растения 164

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

- В. Н. Севастьянов, В. Н. Худоногов. О некоторых проблемах лесной науки в десятой пятилетке 166

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- П. И. Войчал. Монография о быстрорастущих деревьях 168
- А. В. Веретенников. Монография по физиологии древесных растений 169

ЮБИЛЕИ

- Коллектив работников ЛТА. Харитон Алексеевич Писарьков. (К 80-летию со дня рождения) 171

НЕКРОЛОГИ

- Группа товарищей. Памяти товарища 172
- Ю. Н. Непенин, Д. М. Фляте, И. С. Хуторщиков, Н. П. Старостенко, П. А. Демченков, Н. С. Вишневецкая, Т. М. Кириленко, Г. И. Чижов, Б. Н. Филатов, Т. В. Кабанова. Памяти Г. А. Тольского 173

CONTENT

- V. S. *Shcheglova*, N. D. *Gobrynina*. For an Alliance between Science and Industry

THE FORESTRY

- V. M. *Eremin*. On the Phylogenetic Specialisation of secondary Phloem Elements of the *Pinaceae* Lindl.
- S. V. *Sokolov*. To the Average Tree Situation in a Woodstand
- E. N. *Samoshkin*, V. P. *Ivanov*. N-Nitrosoethyl's Urea Influence in a Gaseous Phase on an *Pinus silvestris* L.
- N. M. *Matveev*. Seasonal and annual Dinamic of allelopathic Regime in natural Wood Biogeocenoses of the Pre-Dnieper Steppe Region
- V. N. *Malkovskiy*. On Carotin Content in the Needle of different Parts of the Tree Crown
- V. I. *Rubtsöv*, M. Yu. *Smirnova*. To the Question of Influence of Forest Type logical Origin of Pine Seeds on the Growth of Saplings
- M. E. *Vasiliev*. Regulation of Snowdynamic in the bioecological System of „Woodland — protected Field“

THE FOREST EXPLOATATION

- L. V. *Korotyayev*, V. D. *Esafov*. To the Question of Determination of some geometpy Parametres of a Tree Length and a Tree
- S. A. Pomogaev**, B. I. *Solomatnikov*. The Fundamentals of general Dynamic of Wood Falling and Packaging
- S. I. *Morozov*. Influence of temperature Eccentricity Rail-Sleeper-Grid on Stability Railway Track
- D. K. *Voevoda*, S. K. *Testyuk*. On Question Bucking Logs in Batches
- A. A. *Krupanin*. Ways of Development of the repair Service of the timber industrial Unites
- I. B. *Potapovskiy*, A. K. *Gorokhovskiy*. The power Governor of condensations Mountings

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

- A. A. *Sannikov*. To the Calculation of logframe Supports on Hardness
- G. D. *Blyumin*, T. P. *Stukova*. Vibration of dynamically unbalanced chipper Disk
- A. A. *Filonov*, T. P. *Belova*, A. A. *Shcherbinin*. The Influence of Wood Species upon the Hardness of Particle Boards
- V. G. *Lyubimov*. About the Chip Formation in DSP-V polishing
- A. N. *Oblivin*, A. Z. *Dolgintsev*. Particle Board Permeability of Package
- V. P. *Strelkov*, V. Yu. *Miretsky*, V. V. *Fefilov*. The Use of urea-formaldehyde Resin in Fiberboard Production
- O. N. *Malysheva*. Substances in Birch Wood in case it is subjected to and attacked by Fungi
- L. S. *Surovtseva*. Study of the qualitative Composition of Short Lumber-Wastage for Export

CHEMICAL WOODWORKING

- V. A. *Seletskaya*, D. A. *Belenkov*. A toxic action Evaluation of some fluorhydric Acid Salts for *Coniophora cerebella* Schroet
- N. A. *Ivanov*, V. N. *Piyalkin*, A. A. *Yurinova*, A. T. *Olelnik*. The chemical Composition of „injourntous“ Resin of sulphate Pulping
- N. A. *Nicolaeva*, E. I. *Chupka*, V. M. *Nikitin*. EPR Lignin spectrum Analysis
- E. V. *Gracheva*, E. D. *Levin*. The Study of Resin obtained by Pirolyses of mixed Briquettes
- V. I. *Krupensky*, I. I. *Korolkov*, N. P. *Mikush*. Xylose Oxidation with Copper Ions and the Influence of Salt Anion and pH Value on this Process
- M. Ya. *Zarubtin*. The Mechanism of acton Acid on the Lignin. The possible Ways of the Forming Lignin Cation-Radicals in strong Acids

**COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION
OF PRODUCTION PROCESSES**

<i>N. B. Lastochkin, V. A. Melnik.</i> Determination of optimal Parametres the pneumatic Drive of Balancethrower by simpler Methods	123
<i>N. G. Shtoltser.</i> The Calculating-Technique of cross-cutting Conditions inertall driven machine Tools	128
<i>B. V. Kovylov, Yu. V. Novoselov.</i> Some Problems of Dinamic of automation Systems Regulation of reactive Power in the supply Nets of timber industry Enterprises	133

ECONOMIC AND ORGANISATION OF THE PRODUCTION

<i>L. B. Ivanov.</i> On the Quality of Managing production Enterprises	138
<i>V. D. Shcherbachenko.</i> The Efficiency of different Form Organization of technical Service Tractors in Forestry	141
<i>A. A. Shchurevich.</i> Economic effectiveness Wood-growing on drained treeless low grounding Marches	143
<i>V. I. Gavrilenko.</i> On the working Assets Formation at the Cost accounting approach in Forest Planting	146

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>G. V. Stadnitsky, L. S. Golutvina, V. P. Grebenshchikova.</i> Larch Seeds Pests in Seed orchards Conditions	151
<i>A. M. Ilyin.</i> On day's height Growth regularity of one Year Aspen offsprings	155
<i>N. N. Kolosova.</i> On making Corrections into the numerical Wood Characteristics vegetation in Process of Map renovations	157
<i>E. P. Prokazin, L. A. Bopp.</i> To the genetic Dependtness of <i>Pinus silvestris</i> individual Changeability	162
<i>V. M. Neuzorov.</i> About injurious Influence of Petroleum on Ground and Plants	164

FROM THE VUS'S LIFE

<i>V. N. Sevastyanov, V. N. Khudonogov.</i> On some Problems of forest Science in the 10-th five years economic Development Plan	166
--	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>P. I. Voichal.</i> The Monography about the rapid growing Trees	168
<i>A. V. Veretennikov.</i> The Monography on Wood-plants Phystology	169

THE JUBILEES

<i>LTA body of scientists, K. A. Pisarkov.</i> To the 80-th Birth Anniversary	171
---	-----

NECROLOGY

<i>VLT workers.</i> In Commemoration of our Comrade	172
<i>Yu. N. Nepenin, D. M. Flyate, I. S. Khutorshchikov, N. P. Starostin, P. A. Demchenkov, N. S. Vishnevskaya, T. M. Kirilenko, G. I. Chizhov, B. N. Filatov, T. V. Kabanova, G. A. Tolsky</i>	173

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений.

Статьи, представляемые в журнал, не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста. Статьи, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера должны быть не 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 подчеркивать 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*, *v* и *u*, *и* и *a*, *o* и *a*, *l* и *J*, *z* 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 ма-

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; должны быть написаны дата отправки рукописи, полные 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, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). 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, перепечатанными на машинке.

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ обозначенного здесь срока

возвращать авторам не статьи с требованием сцени и более аккурат-

право производить со- ронные изменения руко- статей авторам, как авляется.

бесплатно 15 отти- а исключением публи- иографии и хроникки).

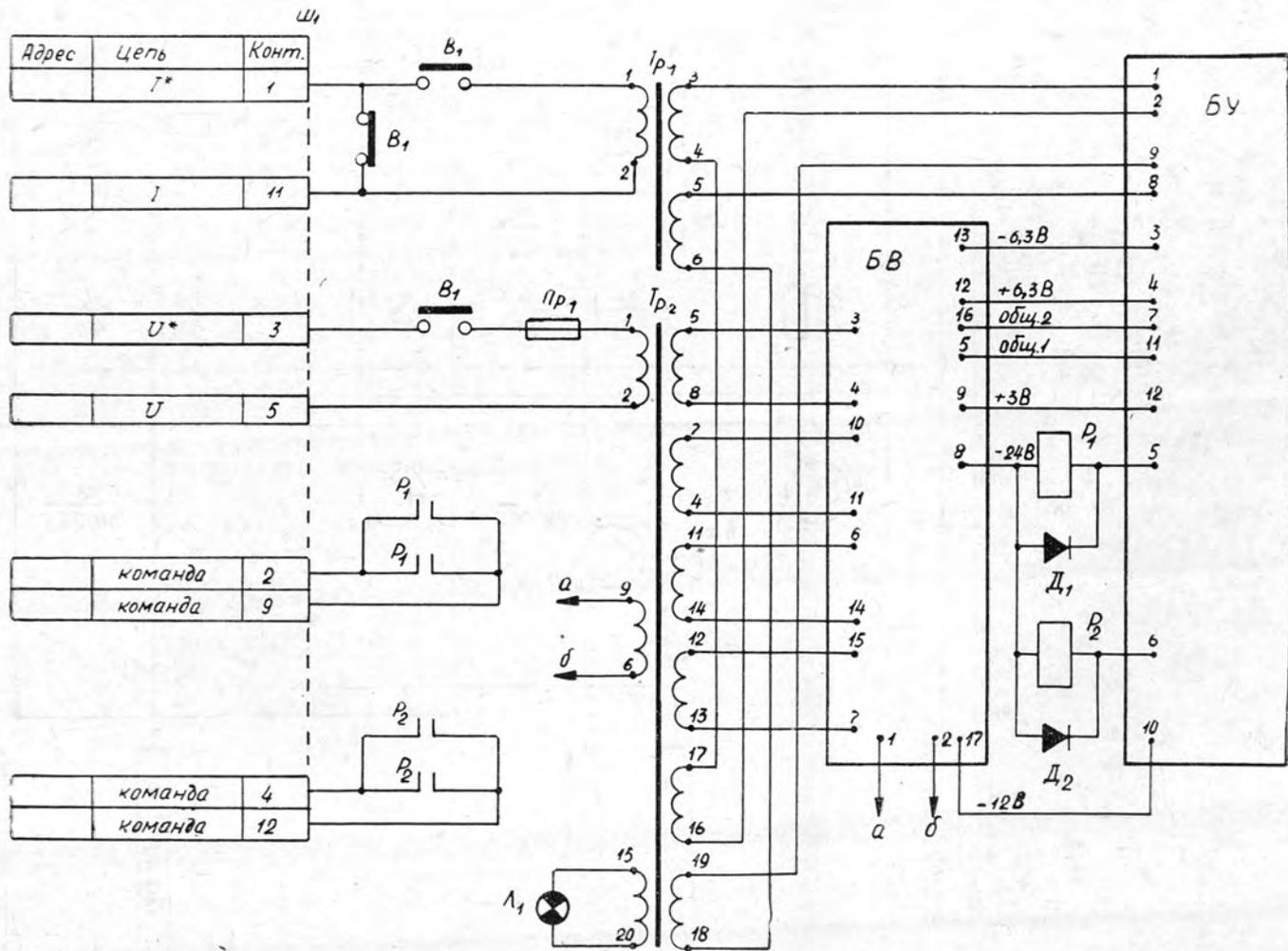


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема регулятора мощности конденсаторных установок

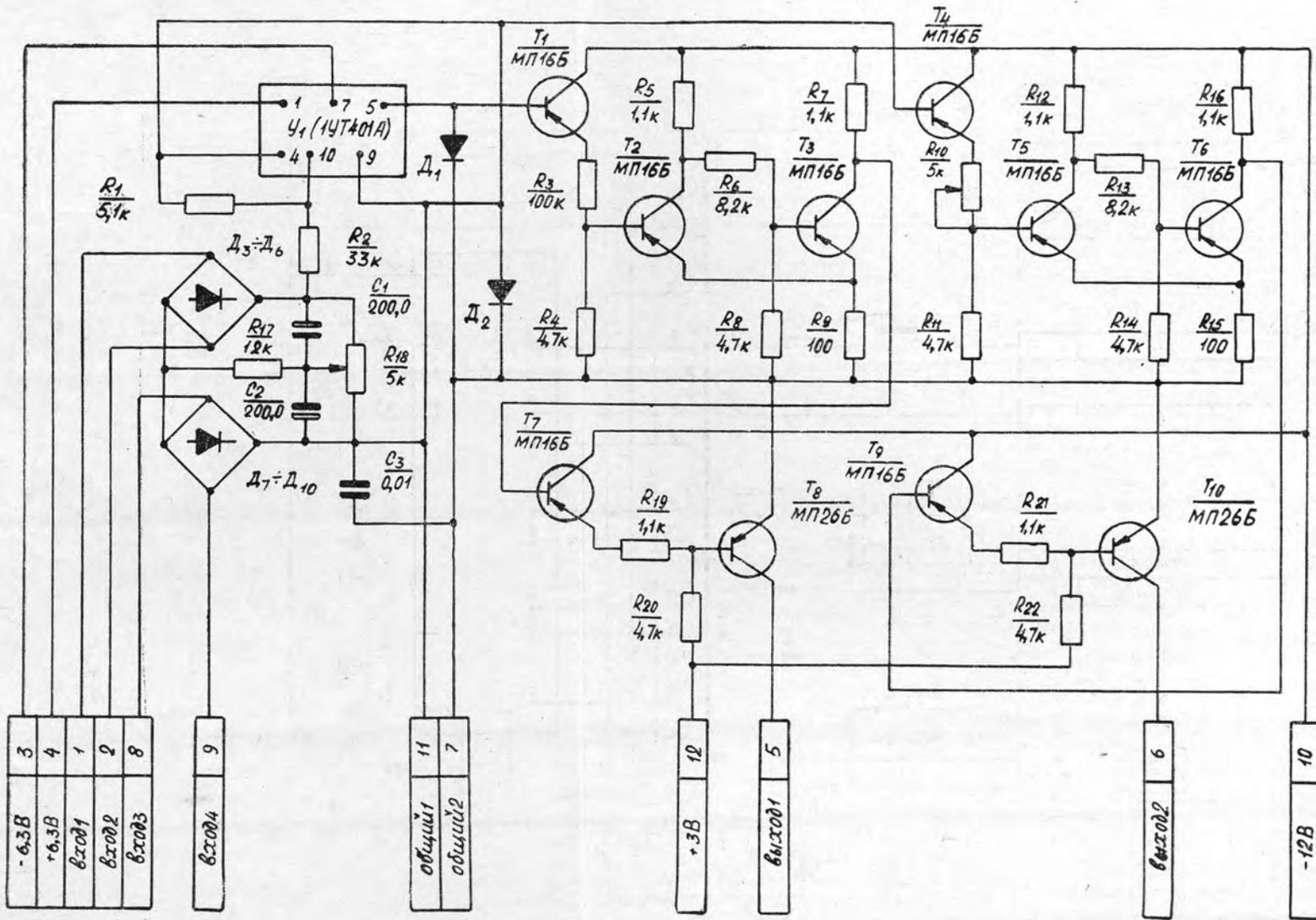
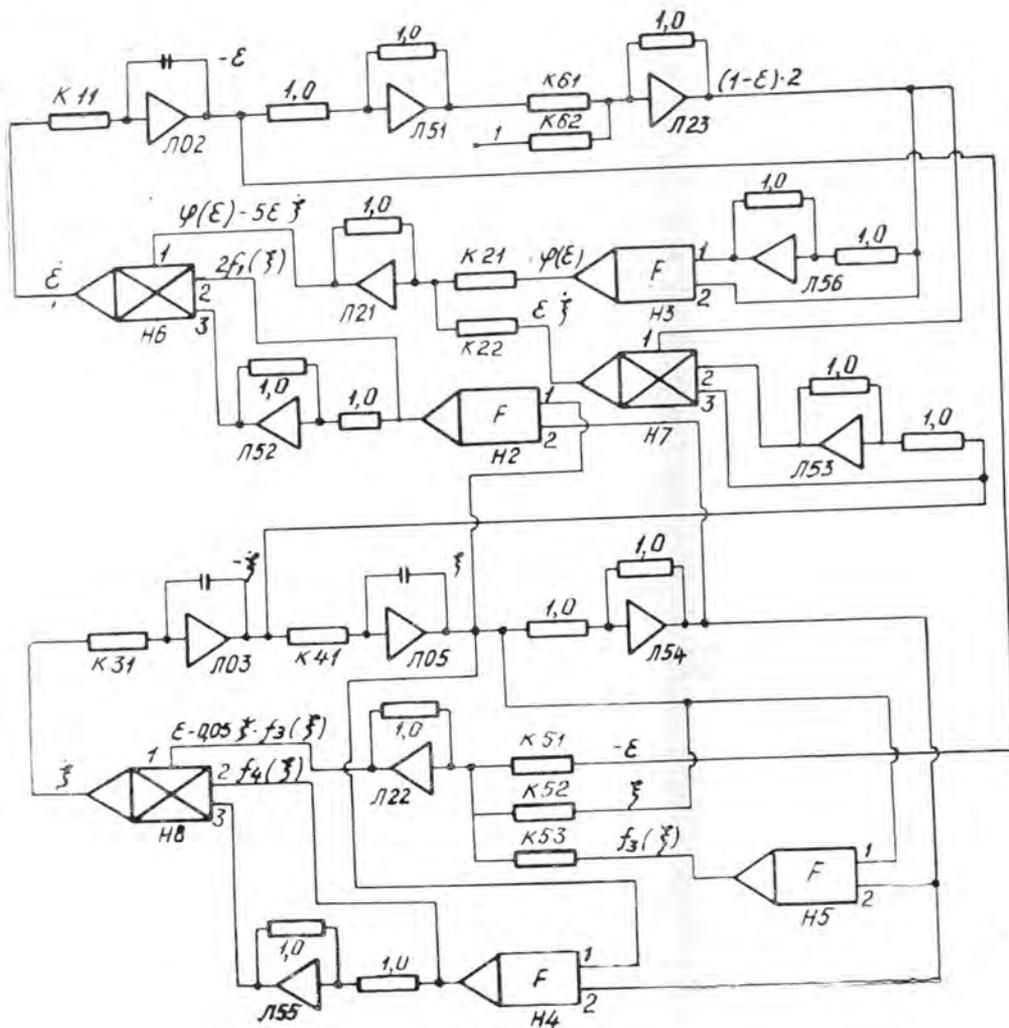
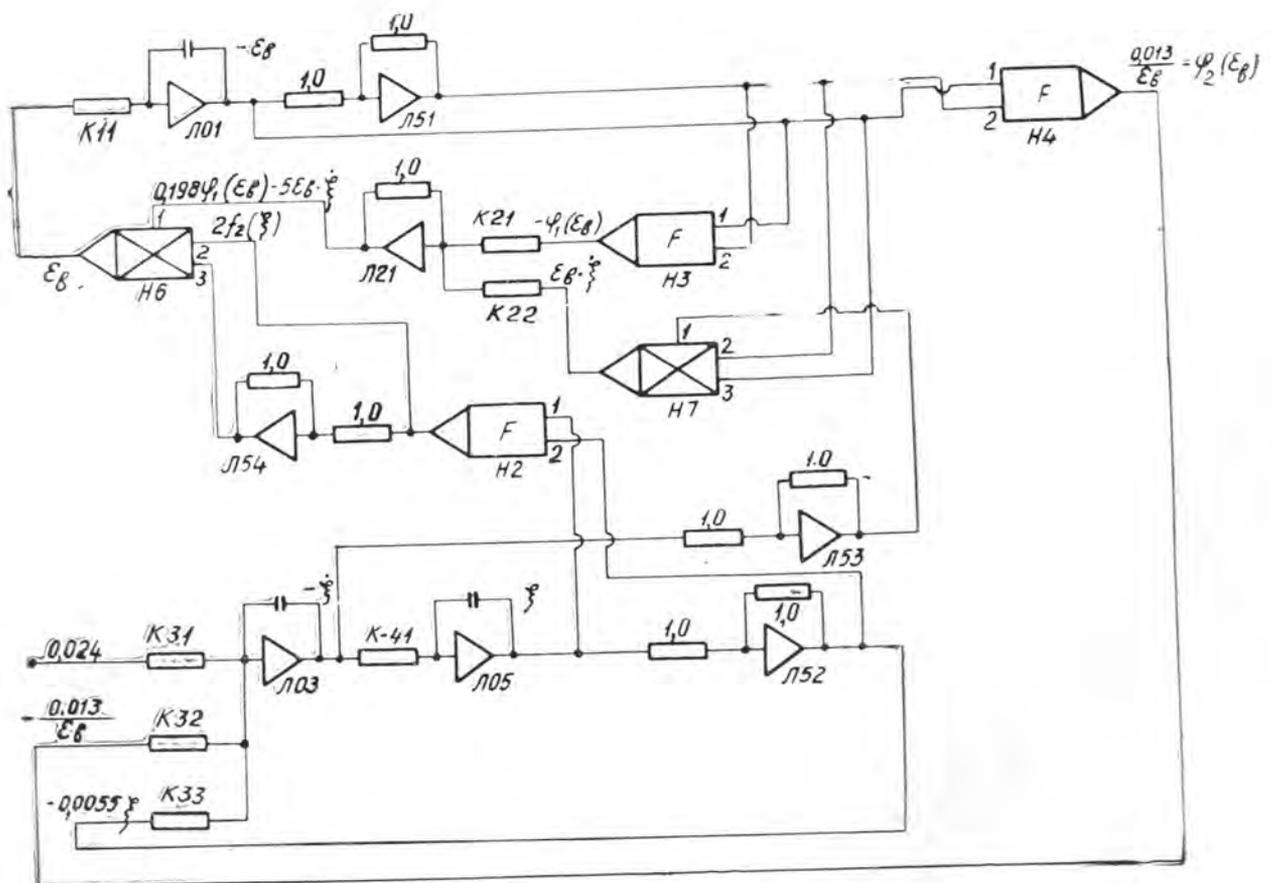


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема блока усилителей.



a



б
Рис. 1.

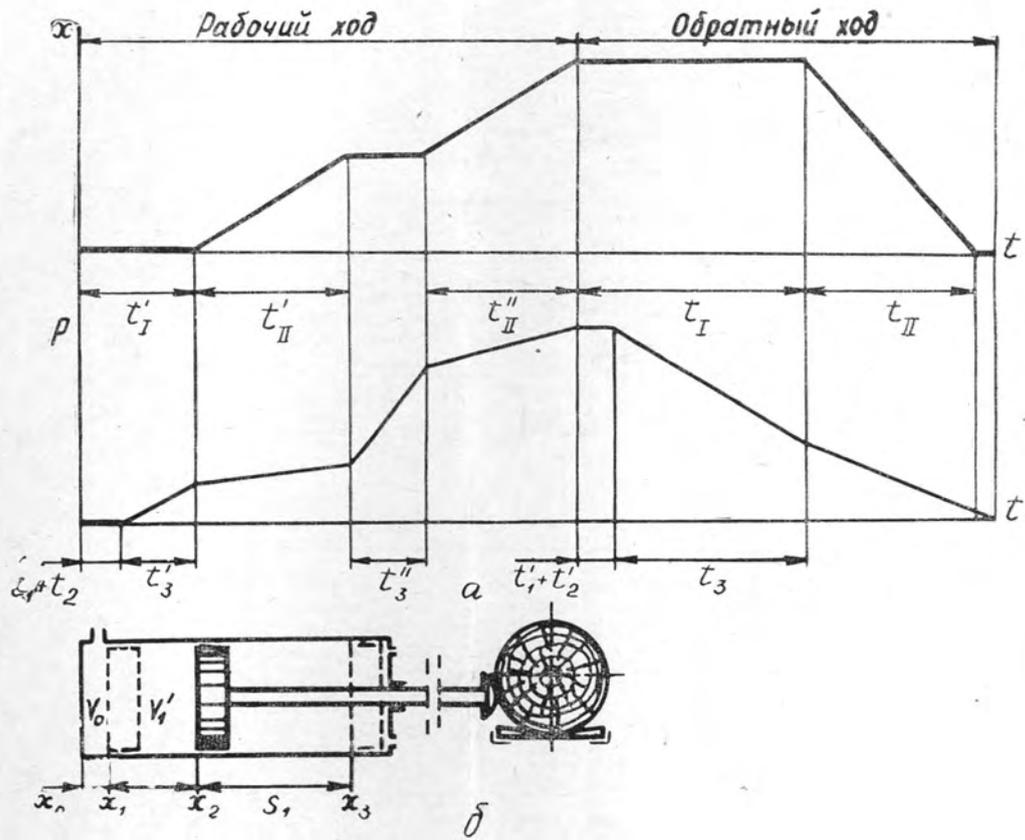
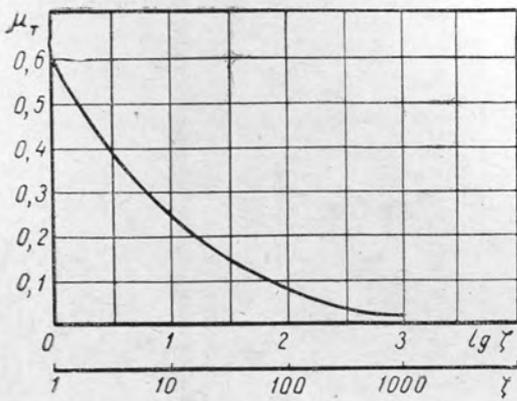
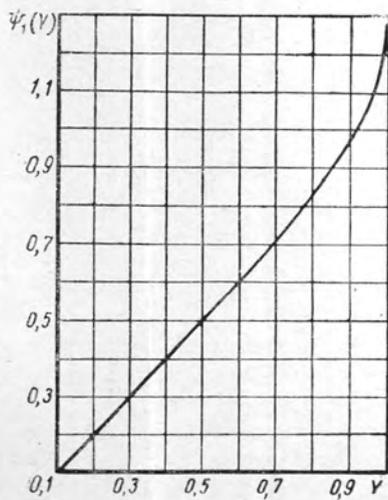


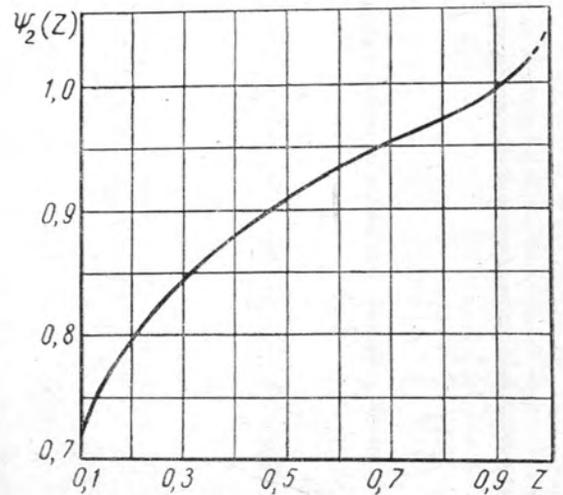
Рис. 2.



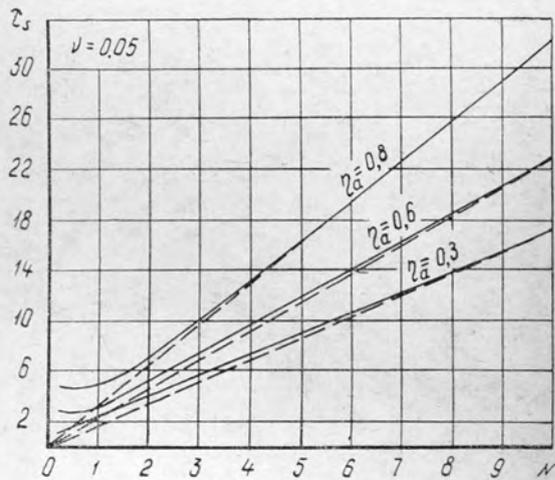
а



б

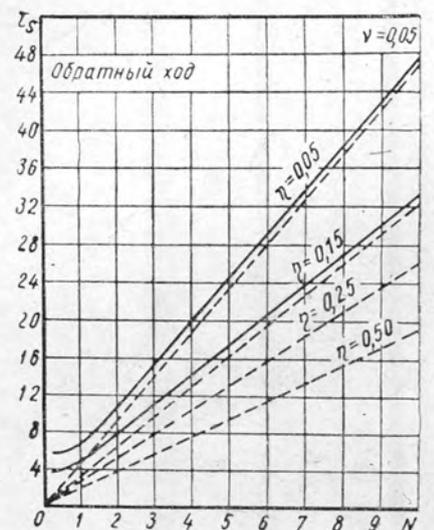


а



б

Рис. 3.



б

Рис. 4.

05
21-332

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

2

1976