МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТЫЙ

5

1966

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **Ф. И. Коперин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчаль** (зам. отв. редактора), проф. **С. Х. Будыка**, доц. **Г. А. Вильке**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Д. С. Добровольский**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. ВАСХНИЛ проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, проф. **С. И. Рахманов**, доц. **Г. Я. Трайтельман**, доц. **В. В. Щелкунов**.

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

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

Выходит 6 раз в год.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ — ПОВСЕДНЕВНОЕ ВНИМАНИЕ ВУЗОВ

Центральный комитет КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О развитии лесозаготовительной промышленности в 1966—1970 годах». В нем вскрыты причины отставания этой важной отрасли, разработаны обоснованные меры для преодоления недостатков и указаны пути научной организации лесозаготовительного производства.

Партия и правительство при анализе положения, сложившегося на лесозаготовках и сплаве древесины, и при разработке мер для устранения серьезных недостатков широко использовали результаты исследований научных учреждений и вузов страны. В решении получили положительную оценку и приняты для практической реализации ряд прогрессивных предложений, выдвигаемых наукой и производством. Масштабы и глубина принятого решения требуют для его выполнения дальнейшей настойчивой и творческой работы научных коллективов и, что особенно важно, квалифицированного обобщения результатов исследований и отбора экономически обоснованных предложений для внедрения их в производство.

Ввод за пятилетие новых мощностей по вывозке древесины в объеме 101,5 млн. $м^3$ и усовершенствование покрытий 30 тыс. *км* существующих магистральных лесовозных грунтовых дорог требуют от ученых быстрых, технически и экономически обоснованных рекомендаций по применению дифференцированных типов покрытий для различных районов страны.

Некоторые из опубликованных на страницах «Лесного журнала» и других журналов статьи по укреплению грунтовых автомобильных дорог разнообразными местными вяжущими материалами носят предварительный характер и нуждаются в проверке в производственных условиях. Несмотря на установившуюся за последнее время тенденцию — строить автомобильные дороги, — еще нет достаточных технико-экономических исследований для объективного сравнения эффективности узкоколейного и автомобильного транспорта. Не решен окончательно вопрос о форме и размерах железобетонных плит для покрытия лесовозных дорог.

Важнейшей проблемой остается транспорт и хранение короткомерной древесины и технологической щепы на различных этапах их перемещения от леспромхоза до перерабатывающего предприятия. Задача доведения комплексной выработки на одного рабочего на лесозаготовках до 600—650 $м^3$ и на сплаве до 1600 $м^3$ древесины в год требует от кафедр лесотехнических вузов глубоких исследований в области организации труда и технологии лесозаготовительных и сплавных работ. Однако за последние годы в научных исследованиях вузов эти

вопросы не находят нужного отражения, ибо лесозаготовительные управления необоснованно считают, что формы организации труда и технология, применяемые передовыми комплексными бригадами, вполне совершенны и, следовательно, для коренного улучшения работы лесозаготовительной промышленности достаточно распространить повсеместно достижения передовых бригад; поэтому они не поручают вузам научных исследований по организации лесозаготовок.

Предложения ЦК КПСС и Совета Министров СССР по разработке новых ГОСТов на древесное сырье, с целью более широкого употребления низкокачественной и лиственной древесины, настоятельно требуют глубоких исследований в области древесиноведения и лесного товароведения. Эту проблему с успехом могут решить кафедры древесиноведения лесотехнических вузов, обладающие квалифицированными научными кадрами.

Огромный интерес для лесотехнических и некоторых сельскохозяйственных вузов представляет разработка новых правил отпуска леса на корню и составление методики расчета размера лесопользования в лесах государственного фонда. Вузы расположены во всех климатических зонах страны. На двадцати лесохозяйственных факультетах работает более ста профессоров и доцентов, с участием которых эти документы должны быть составлены. Ученые внесли предложение разработать и принять закон «О лесах СССР и ведении в них хозяйства», в котором должны найти дальнейшее развитие идеи ленинского «Основного закона о лесах РСФСР» в современных условиях с обязательным использованием многолетних многочисленных исследований советских лесоводов.

Правила отпуска леса должны быть составлены с учетом законов биологии и экономических законов социализма. Ведение лесного хозяйства необходимо дифференцировать применительно к разным природным и экономическим условиям. В правилах следует четко отразить разделение страны на лесоводственно-экономические районы, применительно к условиям которых будут установлены организационные формы ведения хозяйства.

Проект организации лесного хозяйства должен стать основным руководящим документом хозяйственной деятельности лесничества или всей лесосырьевой базы, закрепленной за лесозаготовительными предприятиями. Любая рубка обязательно должна завершиться лесовосстановлением, если площади не передаются в другое пользование.

«Лесной журнал» планирует в ближайшее время опубликовать серию статей, обобщающих достижения отечественной науки по различным направлениям лесозаготовительного и лесохозяйственного производства, и рассчитывает на то, что ученые и специалисты промышленности примут активное участие в их обсуждении и внесут ряд рекомендаций по внедрению в производство новых машин, технологических схем, рациональных форм организации труда, применению новых материалов и другие научно обоснованные предложения.

XXIII съездом КПСС были предъявлены требования об улучшении качества подготовки специалистов. В связи с этим возникла необходимость переработки учебных планов с учетом конкретных задач, поставленных партией и правительством перед отраслями народного хозяйства, для которых вузы готовят кадры.

На решительное улучшение всей работы нацеливает вузы последнее постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по улучшению подготовки специалистов и совершенствованию руководства высшим и средним специальным образованием в стране».

Следовательно, в учебных планах всех факультетов лесотехнических вузов должны быть представлены в нужной мере лесохозяйственные, древесиноведческие и лесоинженерные науки. По действующим сейчас учебным планам на всех специальностях химико-технологического факультета, выпускники которого связаны с переработкой древесины и ее отходов на целлюлозу, выработкой бумаги, картона, древесно-волокнистых плит, спирта, кормовых дрожжей и десятков других продуктов, совсем не изучают древесиноведение, лесное товароведение, хранение древесины и целлюлозных продуктов.

Выпускники лесомеханического факультета осуществляют эксплуатацию лесных тракторов и автомобилей, станков, машин и орудий по переработке древесины, по посеву и посадке лесных культур. Однако в учебном плане этого факультета нет ни основ лесного хозяйства, ни древесиноведения. Нет должного внимания к основному предмету труда — лесу и древесине и в планах других факультетов.

Учебные планы лесотехнических вузов имеют и другие существенные недостатки. Для выполнения директив партии необходимо научное обоснование учебных планов, исходящее из интересов отрасли, для которой готовят инженерные кадры.

Перспективы развития лесной промышленности требуют также уточнения номенклатуры специальностей. Так, например, Архангельский лесотехнический институт готовит инженеров по технологии пластмасс и синтетического каучука. Эта специальность ни в какой мере не связана с переработкой древесины, а выпускники института направляются на предприятия по переработке пластмасс.

Очевидно, было бы правильней готовить в лесном вузе инженеров по технологии переработки пластмасс, где предусмотрена близкая этому вузу специализация «технология производства древесных и древесно-волокнистых пластиков и плит». В таких специалистах будет нуждаться лесная промышленность в последующих пятилетках. На наш взгляд, недостаточно оправдана и подготовка в лесотехнических институтах инженеров по эксплуатации автомобильного транспорта, так как лесные вузы давно готовят и выпускают инженеров по профилю «машины и механизмы лесной промышленности», достаточно знакомых с эксплуатацией автомобилей. Опыт показывает, что инженеры этого профиля успешно работают на предприятиях автомобильного транспорта.

Затронутые нами вопросы, вытекающие из постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР, должны активно решаться лесотехническими вузами в их научной и учебной работе.

Ф. И. Коперин.
Профессор

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.5

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

О СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ СРЕДНИХ ДЕРЕВЬЕВ ДРЕВОСТОЯ С ВОЗРАСТОМ

М. Л. ДВОРЕЦКИЙ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Поволжский лесотехнический институт)

До сих пор нет единого мнения о степени устойчивости конкретных средних деревьев древостоя во времени [1], [2], [3], [4], [5], [6].

Для решения этого вопроса мы использовали материалы полных анализов ствола 160 деревьев, срубленных подряд в 60-летнем сосновом древостое I класса бонитета с полнотой 1,0 и обмеренных по одометровым отрезкам. Характеристика основных таксационных показателей этого древостоя по десятилетиям приведена в табл. 1.

Таблица 1

Возраст, лет	Средняя высота h, *м*	Средний диаметр d без коры, *см*	Средний объем v без коры, *м*³	Текущий прирост по объему z_v, *м*³	Средний коэффициент формы без коры q_2
20	5,4	5,9	0,0026	—	0,757
30	10,2	9,9	0,0115	0,0332	0,728
40	14,4	12,4	0,0940	0,0522	0,748
50	17,8	14,5	0,1650	0,0716	0,751
60	20,3	16,2	0,2340	0,0683	0,752

При отборе средних деревьев допускались отклонения от средней величины: по высоте до ± 0,5 *м* в 20 лет и до ± 1 *м* в 30—60 лет; по диаметру до ± 0,5 *см* в 20 лет и до ± 1 *см* в 30—60 лет, по объему и текущему приросту объема до ± 10% во все периоды роста.

Все деревья, удовлетворяющие предъявленным к ним требованиям, были разбиты на четыре группы средних: 1 — по четырем признакам — d, h, v и z_v; 2 — по трем основным — d, h и v; 3 — по трем — d, h и z_v; 4 — по двум — d и h. Количество деревьев, оказавшихся средними (в числителе — общее, в знаменателе — только для данного возраста), приведено в табл. 2. По данным табл. 2 нетрудно подсчитать, что в каждом возрасте деревьев оказалось: 1) средних по четырем признакам всего от 4 до 7%, переходящих в два десятилетия и более — от 3 до 4%; 2) средних по трем признакам (включая и те деревья, у которых средним оказался и z_v) от 8—9% в 60—40 лет до 12—13% в 20—30 лет, а переходящих — 5—7%.

Для удобства анализа и лучшей наглядности все переходящие средние деревья были заново перенумерованы, начиная с первого.

Таблица 2

Группа средних	Количество деревьев в возрасте (лет)				
	20	30	40	50	60
1	11/6	15/4	10/1	8/1	6/0
2	9/3	6/1	5/0	5/2	7/2
3	1	—	5/1	2/0	4/2
4	9/2	19/9	10/1	7/0	7/2
Всего, шт.	30/11	40/16	30/3	23/3	24/6
%	19/37	25/28	19/10	14/13	15/29

В табл. 3 показано, как средние деревья с увеличением возраста передвигались из одной группы средних в другую.

Таблица 3

№ группы	№ средних деревьев в возрасте древостоя (лет)				
	20	30	40	50	60
1	1, 2, 3, 4, 39	1, 2, 3, 4, 6, 10, 13, 39	3, 8, 9, 10, 13, 14, 39	2, 8, 9, 10, 4	6, 9, 11, 28
2	6, 10, 11, 13, 14, 15	15, 20	4, 6	3, 13	2, 10, 14
3	9	—	11	6	18
4	8, 18, 19, 20, 21, 22, 28	8, 14, 19, 22	19, 21, 22	19, 22	3, 13
Итого					
1 группы, шт.	5	5(3)	2(5)	1(4)	0(4)
2 „	6	1(1)	1(0)	1(1)	2(1)
4 „	7(12)	4(10)	3(10)	2(8)	0(10)

Примечание. К скобках указаны номера деревьев, «кочующих» из других групп.

Таблица четко показывает, что деревья: 1) средние в 20 лет по четырем показателям, продержали свой ранг и группу только два десятилетия и к 60 годам вышли из строя; 2) средние в 20 лет по трем показателям, постепенно теряя свой ранг и группу, к 50 и 60 годам сохранились лишь в количестве 33% от первоначального их числа; 3) обладающие только средними диаметрами и высотами или же в сочетании со средними объемами и приростами, с возрастом тоже постепенно выбывали из ранга средних и к 50—60 годам от них осталось только 53% (10 из 19); 4) первой группы переходили с возрастом во вторую (№ 2, 3, 4), в четвертую (№ 3) и совсем исчезли (№ 1); 5) второй группы переходили и в первую (№ 10, 12, 13), и в четвертую (№ 14); 6) четвертой группы повышались до первой (№ 8), но лишь единично, и быстро выбывали из ранга средних совсем, особенно к 60 годам. Лишь два дерева из семи средних только по диаметру и высоте (№ 19 и 22) сохранили свой ранг и группу до 50 лет, а до 60 лет — ни одно.

В табл. 4 показана степень устойчивости в прошлом деревьев, оказавшихся средними в 60-летнем древостое (в скобках — количество устойчивых средних в данной группе, то есть бывших средними в ней и в 60 лет).

Из таблицы можно видеть, что: 1) средние деревья первой группы очень неустойчивы — они в разных десятилетиях не только кочуют по разным группам (№ 11, 10, 13), но и совсем выходят из ранга средних (№ 29 и 30). Только три дерева из шести оставались вообще в ранге

Таблица 4

Группы деревьев	№ деревьев в возрасте (лет)				
	60	50	40	30	20
1	6, 9, 11, 28, 29, 30	2, 7, 9, 10, 12, 30	3, 7, 9, 10, 13, 14, 35	6, 7, 11, 10, 13, 28, 37	2
2	2, 7, 10, 12, 14, 31, 37	3, 13, 28	6, 12, 37	18	6, 10, 11, 13, 14
3	17, 18, 32, 33	6, 29	11, 30	—	9
4	3, 13, 27, 34, 35, 36, 38	11, 17, 27, 35	27, 29	12, 14, 38	12, 18, 28
Итого					
1 группы, шт.	6	6(2)	7(1)	7(1)	1(0)
2 „	7	3(0)	3(2)	1(0)	5(3)
4 „	24	15(2)	14(1)	11(1)	9(0)

средних в течение трех десятилетий (№ 6, 9 и 28), кочуя по разным группам; 2) малоустойчивыми оказались деревья второй группы: в каждом десятилетии из семи деревьев, средних в 60 лет, средними и в прошлом было от нуля до двух стволов; отдельные деревья с переходом в разные возрасты и в первую группу, сохраняли свой ранг по трем признакам более или менее долго: например, № 10 — от 60 до 20 лет, № 7 — от 60 до 30 лет и № 12 — от 60 до 30 лет; но таких оказалось 3 из 13. Кроме того, дерево № 13 сохраняло свой ранг от 50 до 20 лет; 3) такими же устойчивыми, как и следовало ожидать, явились деревья, средние в 60 лет только по двум показателям. Любопытно, что из средних в 60 лет только по d и h в прошлом лишь одно (№ 27) сохраняло свое положение в группе три десятилетия, а остальные в прошлом вообще не состояли в ней.

Дерево № 3 перешло в эту группу из первой (в 40 лет) через вторую (в 50 лет), зато № 13 с 20 до 50 лет кочевал в пределах первой и второй групп и все 60 лет, как и № 6, № 10, обладал средними значениями d и h.

Ясно выступает вообще малая устойчивость в прошлом деревьев, средних в данном возрасте, отчего по ним трудно делать заключения об особенностях среднего дерева даже в прошлом десятилетии.

Возникает вопрос, насколько устойчиво с возрастом положение в древостое самых высоких деревьев. В табл. 5 показана сохранность деревьями своего ранга за 40 лет.

Для этого был произведен отбор деревьев, высота которых больше средней не менее как на 10%, в двух вариантах: в 60-летнем и в 20-летнем возрасте древостоя, и прослежено положение этих деревьев за 40 лет назад (1) и вперед (2).

Оказывается, что 1) деревья выше среднего не менее, чем на 10%, встречаются не так уж редко: в 20-летнем возрасте их было 30%, а в 60-летнем — 22,4% от общего количества; 2) самые высокие деревья в возрасте 60 лет в основном были такими же и в прошлом (в 20 лет 86%); 3) однако из самых высоких деревьев в 20 лет до 60-летнего возраста сохранили свой ранг только 48% (23 из 48); 4) с возрастом в ранг самых высоких могут переходить и деревья, в молодости не входившие в него; в то же время значительная часть самых высоких стволов с возрастом перемещается в более низкие ранги.

В общем же деревья, самые высокие в данном возрасте, значительно более устойчивы, чем средние.

Отсюда следует: а) по результатам анализов деревьев, являющихся самыми высокими в данное время, можно достаточно уверенно

Таблица 5

Высота деревьев	Число стволов по ступеням толщины, ставших самыми высокими в 60 лет		Число стволов по ступеням толщины, бывших самыми высокими в 20 лет	
	ступени толщины	число стволов	ступени толщины	число стволов
Больше средней на 10—20%	24/10	5/5	10/24	2/8
	20/8	24/20	8/20	17/13
	16/6	4/—	6/16	19/—
На 21% и более . . .	24/10	3/1	10/24	3/2
	20/8	—/4	8/20	7/—
Всего, шт.		36/30		48/23
%		22,4/19,4		30,0/14,4

Примечание. В числителе — данные для древостоя в 60 лет, в знаменателе — в 20 лет.

судить о ходе изменения с возрастом наибольшей высоты; б) по материалам анализов стволов, средних по d и h, нельзя сделать вывод об изменении с возрастом средних высот и диаметров древостоев — эти деревья передают только собственный ход роста; тем более нельзя судить об изменении объемов и текущих приростов по объему среднего дерева с возрастом; в) по ходу роста в высоту средних деревьев, отобранных в спелом или перестойном древостое, можно неправильно установить его, например, класс бонитета в прошлом, разряд высот и видовое число.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. К. Захаров. О рационализации методики составления таблиц хода роста насаждений. Институт леса АН БССР, сборник научных работ, вып. VII, 1956. [2]. В. И. Калинин. Рост лиственницы по высоте в Шелековской даче Архангельской области Труды Архангельского лесотехнического института, № 19, 1959. [3]. В. И. Левин. К вопросу о строении сосняков Архангельской области. Труды Архангельского лесотехнического института, т. XIII, 1949. [4]. М. М. Орлов. Лесная таксация. 1929. [5]. Л. К. Поздняков. Некоторые закономерности в изменении строения древостоя. Сообщения Института леса АН СССР, вып. 5, 1955.

Поступила в редакцию
13 января 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.566

ХОД РОСТА МОЛОДНЯКОВ СОСНЫ I, II, III КЛАССОВ БОНИТЕТА

Ф. П. САДОВНИЧИЙ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

При изучении хода роста молодняков сосны искусственного и естественного происхождения мы подробно исследовали изменения с возрастом средней высоты, среднего диаметра, числа стволов, видового числа, коэффициентов формы и запаса. Материалом послужили данные 14 пробных площадей, заложенных автором и старшим научным сотрудником ВНИИЛМа В. В. Загреевым в Рязанской области и данные 20 пробных площадей, протаксированных автором и А. Н. Поляковым [2] во Владимирской области.

Для характеристики хода роста исследуемых насаждений на каждой пробе в Рязанской области было срублено по 19—25 деревьев (пропорционально числу стволов ступени) и сделан полный анализ 280 стволов; во Владимирской области срублено и обмерено 140 моделей (произведен полный анализ 45 стволов). Методика сбора и обработки материалов изложена нами ранее [3].

В исследованиях мы ставили задачу изучения хода роста молодняков сосны и сопоставления полученных результатов с литературными данными. Вместе с тем мы имели в виду построить таблицы хода роста для насаждений I, II и III классов бонитета. Выявленные закономерности во взаимосвязях между таксационными показателями помогли решить эту задачу.

Изменение величины среднего диаметра с возрастом

Величины диаметров в возрасте 10, 15, 20 и 30 лет исследовали по данным анализа 137 стволов, срубленных на восьми пробных площадях I и II классов бонитета. Эмпирические данные хода роста по диаметру в молодняках сосны выравнены по формуле Вебера:

для I класса бонитета

$$D_a = 41{,}8\left(1 - \frac{1}{1{,}015^{a-6}}\right); \qquad (1)$$

для II класса

$$D_a = 36{,}6\left(1 - \frac{1}{1{,}015^{a-7}}\right); \qquad (2)$$

для III класса

$$D_a = 31{,}6\left(1 - \frac{1}{1{,}015^{a-8}}\right), \qquad (3)$$

где D_a — средний диаметр деревьев в возрасте a.

Сравнение наших данных, выравненных по формуле Вебера, с данными средних диаметров ряда таблиц других авторов показывает в общем незначительные отклонения. Величину расхождения в размерах средних диаметров можно объяснить различной степенью прореживания при рубках ухода и неодинаковым подходом к выделению выбираемой части.

Наблюдения показывают, что средние диаметры и высоты находятся в тесной связи, характеризуемой коэффициентом корреляции $0{,}841 \pm 0{,}041$.

В результате проведенных исследований можно заключить, что каждой средней высоте в том или ином возрасте в сомкнутых сосновых насаждениях должно соответствовать определенное число стволов на единице площади.

На основе анализа большого числа перечетов на пробных площадях, заложенных в центральных областях европейской части СССР, мы выявили, что изменение числа стволов в молодняках высотой до 16 *м* характеризуется уравнением гиперболы

$$N = \frac{50{,}38}{H} - 1{,}78, \qquad (4)$$

где N — число стволов, тыс. шт.;
H — средняя высота, *м*.

Распределение числа стволов в зависимости от средней высоты показано в табл. 1.

Таблица 1

Средняя высота, *м*	2	4	6	8	10	12	14	16
Число стволов, тыс. шт.	23,4	10,8	6,62	4,52	3,26	2,39	1,82	1,37

Теснота связи между указанными таксационными признаками характеризуется коэффициентом корреляции $r = -0{,}87 \pm 0{,}068$ и корреляционным отношением $\eta = 0{,}97 \pm 0{,}016$. Криволинейную форму связи подтверждает показатель криволинейности $\varepsilon = 0{,}75$ и мера линейности $\zeta = 0{,}18 \pm 0{,}05$.

Полученные нами соотношения числа стволов со средней высотой в определенном возрасте имеют лишь незначительные отклонения от данных всеобщих таблиц хода роста (А. В. Тюрина) и могут служить в качестве придержки для сохранения числа стволов при различных видах рубок ухода.

Вычисленные нами суммы площадей сечения на 1 *га* были сопоставлены с данными других исследователей: А. В. Тюрина, Шваппаха, Вейзе, Мааса, Герхардта, В. К. Захарова и Ф. П. Михневича. Оказалось, что практически они равны между собой.

В результате обмеров 356 модельных деревьев, срубленных в насаждениях I и II классов бонитета, были определены видовые числа. При исследовании установлено, что связь между высотой и видовым

числом стволов является гиперболической (табл. 2). Теснота и форма связи характеризуется коэффициентом корреляции $r = -0{,}50 \pm 0{,}042$ и корреляционным отношением $\eta = 0{,}75 \pm 0{,}065$.

Таблица 2

Высота, *м*	Видовые числа, 0,001	Среднее квадратическое отклонение, 0,001	Коэффициент вариации, %	Показатель точности, %	Число наблюдений
3	890	107	12,0	3,1	15
4	725	73	10,0	2,8	13
5	665	63	9,5	3,2	9
6	6 0	44	7,0	1,4	24
7	608	41	6 8	1,3	29
8	588	62	10,5	1,8	33
9	579	46	8,0	1,1	51
10	570	34	6,0	1,0	43
11	560	49	8,8	1,1	61
12	552	38	6,9	1,0	46
13	542	42	7,7	1,4	32

При определении запаса древостоев в каждом классе бонитета применяли формулу

$$M = G \cdot H \cdot f, \tag{5}$$

где M — запас;
G — сумма площадей сечения на 1 *га*;
H — средняя высота;
f — видовое число древостоя.

Возраст, лет	Основная часть						Запас сучьев, $м^3$	Итого, $м^3$
	высота, *м*	диаметр, *см*	число стволов, шт.	площадь сечений, $м^2$	видовое число, 0,001	запас стволовой древесины, $м^3$		
								I класс
5	1,1							
10	3,2	2,3	13420	5,58	835	15,3	3,7	19,0
15	5,7	5 2	6760	14,36	641	52,5	12,6	65,1
20	8,3	7,8	4440	21,21	585	103,0	24,8	127,8
25	10,4	10,3	3140	25,66	566	151,0	36,3	187,3
30	12,4	12,5	2340	28,71	549	195,4	45,0	240,4
								II класс
5	0,9							
10	2,3	1,7	19220	4,36	1,100	11,0	3,0	14,0
15	4,5	4,0	8920	11,21	692	34,9	9,5	44,4
20	6,8	6,3	5630	17,54	613	73,1	19,7	92,8
25	8,7	8,5	3930	22,30	581	112,7	30,4	143,3
30	10,5	10,5	3000	25,98	565	153,8	41,6	195,4
								III класс
5	0,7							
10	2,0	1,0	27290	2,17	—	—	—	—
15	3,7	3,1	11820	8,92	770	25,4	7,6	33,0
20	5,5	5,2	7370	15,85	648	55,8	16,7	72,0
25	7,0	7,1	5220	20,67	608	88,0	26,4	114,4
30	8,6	8,5	3930	22,30	582	111,6	33,5	145,2

Сравнения полученных запасов с табличными производили только для возраста 20 и 30 лет, так как нет данных по классам бонитета, отражающих рост сосновых насаждений на начальном этапе их формирования.

Вычисленные запасы в общем довольно близки к данным таблиц Варгаса де Бедемара для Куйбышевской области, особенно для II и III классов бонитета.

Используемые при лесоустройстве всеобщие таблицы хода роста (А. В. Тюрина) занижают запасы в молодняках I класса бонитета на 10—15%. На это положение указывали при исследованиях сосняков-брусничников В. К. Захаров и О. А. Трулль [1].

Средние высоты и диаметры для выбираемой части были взяты с графиков, построенных по обмерам модельных деревьев, и вписаны в таблицу хода роста (табл. 3).

В общий запас основной части древостоя включен объем сучьев. В пределах одной и той же ступени толщины и высоты их относительное количество сильно колеблется. Поэтому для всех ступеней толщины в пределах класса бонитета принят следующий средний процент сучьев (от запаса стволовой древесины): I — 24; II — 27; III — 30%.

Изучение хода роста молодняков сосны по 19—25 анализам стволов на каждой пробной площади во Владимирской и Рязанской областях позволяет сделать следующие выводы и предложения.

1. Ход роста по высоте и диаметру хорошо отражается формулами Вебера, по которым можно установить средние размеры деревьев в любом возрасте.

2. Выявленная связь средней высоты с возрастом позволила составить более дробную шкалу высот насаждений по классам бонитета [3].

Таблица 3

Выбираемая часть					Все насаждение в целом			
высота, *м*	диаметр, *см*	число стволов, шт.	площадь сечений, $м^2$	запас, $м^3$	сумма промежуточного пользования	общая продуктивность, $м^3$	прирост, $м^3$ общий	прирост, $м^3$ периодический
бонитета								
1,6	0,8	—	—	—	—	19,0	1,9	—
3,1	2,2	6660	2,53	6,9	6,9	72,0	4,8	10,6
4,9	3,9	2320	2,77	9,1	16,0	143,0	7,1	14,6
7,0	5,7	1300	3,32	14,1	30,1	217,4	8,7	14,9
9,3	7,7	800	3,73	20,0	50,1	290,5	9,7	14,7
бонитета								
—	—	—	—	—	—	14,0	1,4	—
2,4	1,6	9300	1,87	4,9	4,9	49,3	3,3	7,1
4,0	3,2	3290	2,64	7,6	12,5	105,3	5,2	11,3
5,8	4,7	1710	2,97	11,0	23,5	166,5	6,7	12,2
7,9	6,5	930	3,08	14,3	37,8	233,2	7,8	13,4
бонитета								
—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,0	1,3	15170	2,06	6,0	6,0	39,0	2,6	—
3,2	2,6	4450	2,36	6,[illegible]	12,4	84,9	4,2	9,1
4,8	3,9	2150	2,57	8,3	20,7	135,1	5,4	10,0
6,4	5,3	1290	2,85	11,3	32,0	176,2	5,9	8,2

3. Зависимость числа стволов на 1 *га* от средней высоты может служить придержкой для сохранения оптимального числа выращиваемых деревьев на 1 *га* при осветлениях, прочистках и прореживании.

4. Таблицы хода роста молодняков сосны I, II и III классов бонитета помогут при планировании лесохозяйственных мероприятий, определении размера промежуточного пользования, таксации молодняков и уточнении значений таксационных показателей, установленных глазомерным способом.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. К. Захаров, О. А. Трулль. Ход роста и товарность молодняков сосны в типе леса сосняк-брусничник. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960. [2]. А. Н. Поляков. Рукопись кандидатской диссертации «Исследование хода роста наиболее распространенных сосновых насаждений Владимирской области». М., 1959. [3]. Ф. П. Садовничий. Бонитирование молодняков сосны обыкновенной. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1965.

Поступила в редакцию
28 января 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.222.1 : 674.031.632.26.2

К ВОПРОСУ О ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОРОСЛЕВЫХ ДУБРАВ

А. Ф. ЧЕРКАСОВ

Аспирант

(Воронежский лесотехнический институт)

Доля участия порослевых дубняков в общей площади дубрав очень высока. На огромных площадях, занимаемых порослевыми дубравами, в настоящее время ведут хозяйство с расчетом на вегетативное возобновление. В то же время динамика развития, процесс формирования, генезис и т. д. порослевых дубняков изучены недостаточно. Биология развития их совершенно отлична от семенных насаждений, но во многих хозяйствах нашей страны при проектировании различных лесохозяйственных мероприятий этого не учитывают. Между тем такие показатели, как полнота, сомкнутость полога, с которыми обычно связывают интенсивность рубок ухода, в порослевых насаждениях уже не имеют того значения, что в семенных. Бо́льшую роль здесь играют густота древостоя, число порослевых гнезд, их мощность и т. д.

В настоящей статье изложены некоторые данные наших исследований, проведенных в 1964 г. в порослевых дубняках Правобережного лесничества, Воронежского учебно-опытного лесхоза.

Порослевые дубравы лесхоза представлены в основном 3—4-метровым молодняком, развивающимся в условиях рубок ухода. Средний процент выборки по массе не превышает при прочистках 20%, проре́живаниях — 15% и проходных рубках — 12%.

Рассмотрим соотношение полноты, густоты и сомкнутости полога основной части насаждения. Полнота вычислена по сумме площадей сечения, густота — как отношение количества деревьев I яруса изучаемого древостоя к числу стволов I яруса нормального насаждения (по таблицам хода роста проф. И. М. Науменко); сомкнутость определена съемкой на план проекции полога. Густота насаждений неизменно ниже полноты вплоть до 55-летнего возраста. Далее густота приближается к полноте и становится даже больше. Сомкнутость полога, как правило, несколько превышает полноту и значительно выше густоты. В 60-летних насаждениях сомкнутость и густота сближаются (рис. 1).

Густота исследуемых насаждений, как видно из рисунка, особенно низка в сравнении с нормальными в возрасте 20—40 лет. В более старом возрасте число деревьев на единице площади приближается к табличному. Это объясняется, по-видимому, тем, что молодые насаждения являются одновременно представителями более старшего поколения в развитии порослевых дубняков. Густота их обычно меньше, чем в более молодых поколениях, вследствие прогрессирующего изреживания порослевых дубрав, на которое указывают М. С. Чернобровцев [2] и В. Т. Петров [1]. Материалы наших исследований позволяют

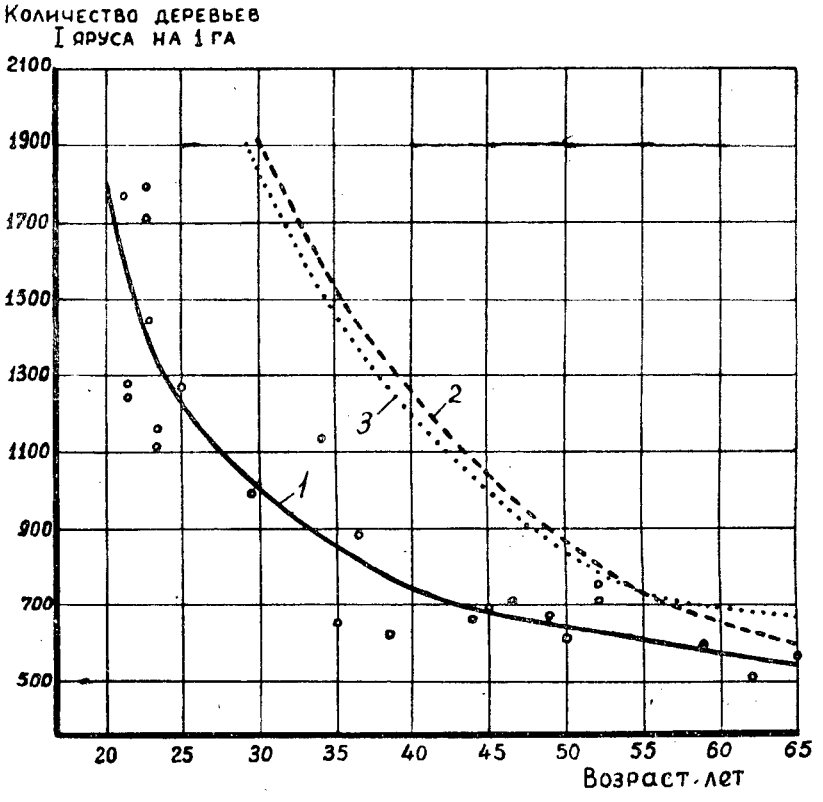


Рис. 1. Изменение количества деревьев I яруса с возрастом на 1 *га* при средней полноте 0,8 и среднем классе бонитета II, 3 в судубравах.

1 — кривая исследуемых насаждений; 2 — кривая нормального насаждения (проф. Науменко); *3* — то же (проф. Шустов).

сделать вывод, что при проектировании рубок ухода в дубравах порослевого происхождения нельзя руководствоваться лишь полнотой. В табл. 1 показано количество гнезд и их мощность в порослевых дубняках по данным семи пробных площадей, заложенных в насаждениях 22 и 50 лет. Из материалов таблицы следует, что с увеличением мощности гнезда средний диаметр деревьев уменьшается, однако весьма незначительно. Количество гнезд на 1 *га* сокращается к 50 годам. Размещение их по площади неравномерное.

Выборка при уходе за лесом одиночных деревьев вызовет сокращение числа порослевых гнезд с возрастом и, разумеется, в следующем поколении. Велика вероятность отмирания одиночных деревьев при естественном отборе (по данным табл. 2, в возрасте 22 лет их было 40%, к 50 годам стало 53% от общего количества гнезд на 1 *га*). Это обстоятельство следует учитывать при рубках ухода и деревья, растущие одиночно, убирать лишь в случае отмирания или сильной фаутности, стремиться по возможности не допускать увеличения количества их в насаждении, чтобы не способствовать изреживанию порослевых дубрав (рис. 2 и 3).

Как видно из рис. 3, к 65 годам в гнездах остается по одному дереву. Порослевых гнезд на 1 *га* в возрасте 20 лет — 800 шт., к 65 годам число их сокращается вдвое (рис. 2).

Таблица 1

Показатели	Количество деревьев в порослевом гнезде, шт.					Всего
	1	2	3	4	5	
Количество деревьев на 1 *га*	283/300	406/388	450/177	148/44	135/30	1422/939
Количество гнезд на 1 *га*	283/300	203/194	150/59	37/11	27/6	700/570
То же, %	40,4/52,8	29,0/34,0	21,4/10,3	5,3/1,9	3,9/1,0	100/100
Средний диаметр, *см*	10,6/15,8	11,0/15,8	10,5/15,2	10,4/14,8	10,0/14,9	10,6/15,6
Средняя мощность гнезда (деревьев)	—	—	—	—	—	2,03/1,63

Примечание. В числителе — данные для пробных площадей № 1, 3, 4 (возраст 22 года, средний состав 10Д + Б, ед. Лп, Ос, Груша); в знаменателе — для проб № 13, 14, 19, 22 (возраст 50 лет, средний состав 10Д + Ос, Б, ед. Лп, Кл).

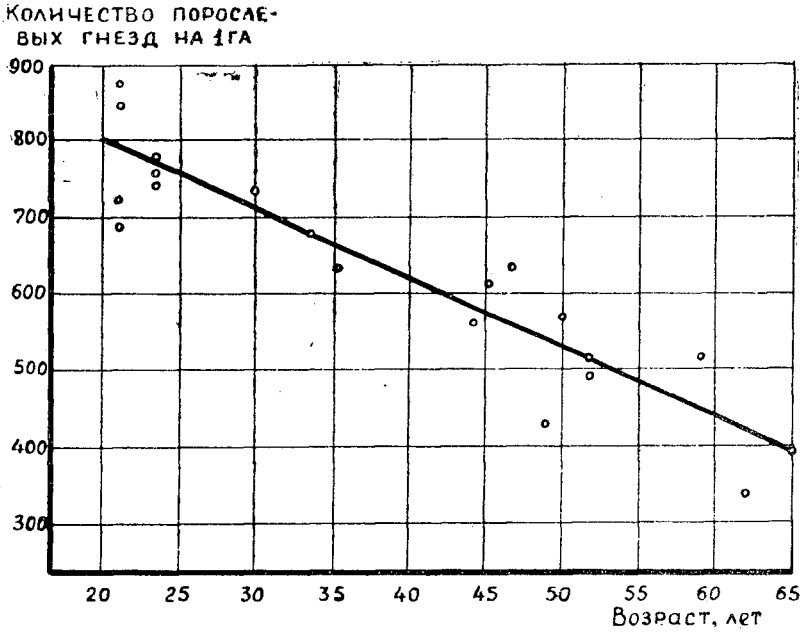


Рис. 2. Изменение количества порослевых гнезд на 1 *га* с возрастом в судубравных условиях.

Мы сделали попытку исследовать влияние мощности гнезд на форму стволов. В возрасте 22 лет удовлетворительных по форме стволов оказалось больше в тех порослевых гнездах, которые имеют по два — три дерева (в гнездах с четырьмя — пятью деревьями число прямых стволов достигло 32%, с двумя — тремя — в среднем 46%, у одиночных — 38%). В возрасте 50 лет форма стволов оказалась тем лучше, чем мощнее порослевое гнездо (количество удовлетворительных по форме одиночных стволов от общего их числа на пробах равно

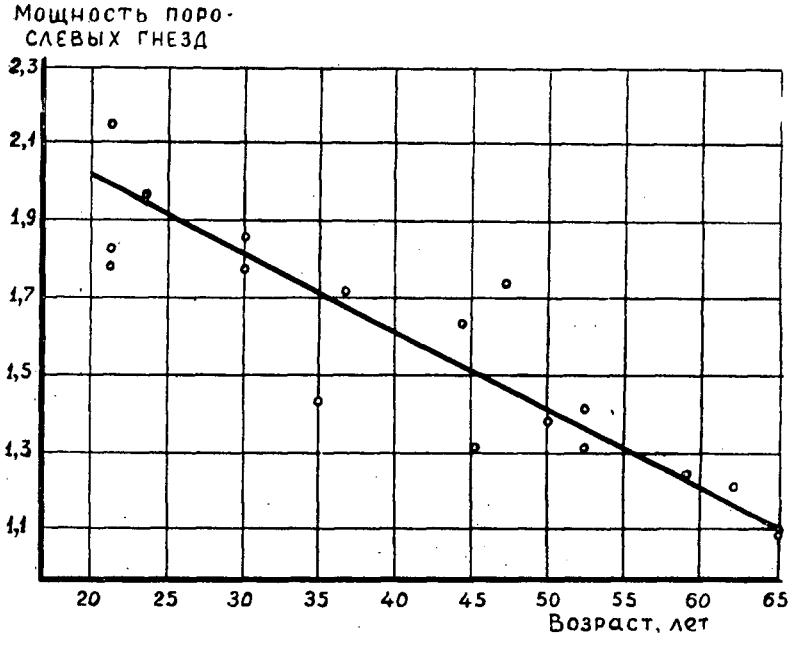


Рис. 3. Изменение мощности порослевых гнезд с возрастом при средней полноте 0.8 в судубравных условиях.

43,9%, в гнездах с двумя деревьями — 47, с тремя — 51,8, с четырьмя — 80 и с пятью — 80%). Таким образом, наличие в порослевом гнезде двух — трех деревьев не ухудшает их формы.

С возрастом товарное качество насаждений повышается. Если в возрасте 22 лет прямых стволов, по данным 4 проб, на 1 *га* оказалось всего 38,6% (550 шт.), то в 50-летнем возрасте, по тем же данным, количество прямых стволов на 1 *га* достигло 49,5% (456 шт.). Большую роль здесь играют рубки ухода, в процессе которых выбирают кривоствольные деревья. В молодом возрасте наиболее толстые стволы чаще всего оказываются кривыми (деревья типа «волк»). В более старом возрасте форма стволов улучшается.

В молодом насаждении к дубу в I ярусе в значительной мере примешаны осина, липа, береза, клен остролистный (до 50%). Во II ярусе часто преобладают липа, клен (до 80%), дуб (в среднем 50%). С увеличением возраста в I ярусе наблюдается абсолютное преобладание дуба, а деревьев осины, березы, ясеня к 50 годам остается в среднем 15—20%. Таким образом, при проведении лесохозяйственных мероприятий, в частности рубок ухода, необходимо учитывать биологические особенности роста и развития порослевых дубрав, поэтому при проектировании рубок ухода в них следует обращать особое внимание на густоту древостоя, число порослевых гнезд и их мощность.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Т. Петров. Развитие и ход роста дубовых порослевых насаждений степной зоны. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, М., 1952, стр. 51—54. [2]. М. С. Чернобровцев. Состав и строение порослевых дубовых насаждений. Научные записки Воронежского ЛТИ, т. XIII, Воронеж, 1952, стр. 34—51.

Поступила в редакцию
31 января 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 674.038.174 : 674.031.623.23

УСЛОВИЯ ПОЯВЛЕНИЯ КРАСНИНЫ У ОСИНЫ

Р. В. БОБРОВ

Инженер

(Ленинградское управление лесного хозяйства)

Основным препятствием для широкого использования осины в производстве является чрезмерная поражаемость сердцевинной гнилью. До ее появления (примерно до 25-летнего возраста дерева) наблюдается только изменение цвета древесины центральной части ствола в отличие от заболонной — это так называемая краснина.

Окраску краснины (ложного ядра) мы определяли в воздушно сухом состоянии по шкале А. С. Бондарцева. Цвет варьировал от светло-желтого до темно-коричневого.

Краснину светло-желтого, охренно-желтого и желтовато-рыжего цветов мы именуем желтым ядром. Его окраска обусловливается пожелтением клеточного вещества.

В ядре бурого, коричневого, темно-коричневого и серого цветов, кроме того, по данным Г. Н. Некрасовой (1966), встречаются гифы грибов, которые также влияют на его окраску. Это ядро мы называем темным.

В своей работе мы ставили целью выяснить причины, способствующие образованию краснины у деревьев осины, выросших в насаждениях различного состава, а также проследить взаимосвязь между ее появлением, суковатостью деревьев и механическими повреждениями ствола.

Исследования проводили в Гостилицком лесничестве, Ломоносовского лесхоза, Ленинградской области. Пробные площади закладывали в осинниках, появившихся после сплошной рубки елово-лиственного древостоя в 1933—1934 гг. На части территории во время рубки был сохранен еловый подрост в возрасте 10—15 лет. Эти площади в настоящее время представлены смешанными елово-осиновыми насаждениями (50—70% ели).

На отдельных участках после рубки появился густой подрост ели. При обследовании его насчитывали 120 тыс. на 1 *га*; высота подроста 5—6 *м*.

На двух небольших участках сформировалось осиново-березовое насаждение состава 5Ос5Б.

В 1949 г. через обследованные насаждения была прорублена для высоковольтной линии трасса шириной в 50 *м*. Вдоль ее опушки также были заложены пробные площади размером 0,04 *га*. Общая площадь обследованных участков 58 *га*.

Характеристика пробных площадей представлена в табл. 1.

Таблица 1

Насаждения	Количество пробных площадей	Количество обследованных моделей, шт.	Таксационная характеристика деревьев	
			высота, *м*	диаметр, *см*
Чистые осиновые	16	175	13,7	10,0
Елово-осиновые	4	45	12,3	8,7
Чистые осиновые с густым еловым подростом	2	28	13,6	9,4
Березово-осиновые	2	20	12,0	8,8
Чистые осиновые вдоль опушек	4	47	12,8	10,3

Слабоподзолистые легкосуглинистые почвы на обследованных участках обладают хорошим плодородием. Напочвенный покров на них представлен снытью, зеленчуком, звездчаткой, зелеными мхами. По производительности участки могут быть отнесены ко II классу бонитета, типу леса — осинник широкотравный.

Срубленные деревья раскряжевывали на двухметровые отрубки. На отрубках подсчитывали количество и толщину мертвых сучьев и живых ветвей. На торцах замеряли величину краснины (ядро).

Объем ядра в отрубке определяли как объем конуса, основанием которого служит площадь краснины на торце, объем ядра в дереве как сумму объемов ядра всех отрубков.

Для определения взаимосвязи между толщиной стволов, их суковатостью и интенсивностью окраски ядра все модельные деревья на каждой пробной площади были разделены на три группы: толстые с диаметром 10—16 *см*, средние — 8—10 *см* и тонкие — 6—8 *см*. Всего для данной части исследования нами изучено 315 модельных деревьев. Размер ядра в процентах к объему ствола показан в табл. 2.

Таблица 2

Насаждения	Группы деревьев	Количество обследованных деревьев, шт.	Процент ядра в стволе	Среднее квадратическое отклонение, %	Вариационный коэффициент, %
Чистые осиновые	Толстые	58	24	5	20
	Средние	63	28	6	22
	Тонкие	54	31	8	25
Елово-осиновые	Толстые	13	18	4	22
	Средние	16	22	4	21
	Тонкие	16	21	5	25
Чистые осиновые с густым еловым подростом	Толстые	10	35	4	11
	Средние	9	32	4	13
	Тонкие	9	72	25	34
Березово-осиновые	Толстые	7	27	4	15
	Средние	7	33	5	15
	Тонкие	6	32	5	10
Чистые осиновые вдоль опушек	Толстые	15	24	4	17
	Средние	16	22	4	18
	Тонкие	16	26	6	23

У осин, срубленных в чистых осинниках с густым подростом, процент ядра наибольший. Меньше всего ядровой древесины у осин, выросших в елово-осиновых участках и на опушках чистых осинников.

Толщина дерева мало влияет на процентное содержание в нем ядра. Абсолютный объем ядра увеличивается с толщиной. Он тем больше, чем меньше суммарная площадь поперечного сечения сучьев

Таблица 3

Насаждения	Группы деревьев	Объем ядра		Суммарная площадь поперечного сечения сучьев	
		дм	среднее квадратическое отклонение, %	*см*²	среднее квадратическое отклонение, %
Чистые осиновые	Толстые	20	6	52	15
	Средние	14	4	45	15
	Тонкие	10	4	40	13
Елово-осиновые	Толстые	10	3	36	12
	Средние	8	3	30	9
	Тонкие	7	2	29	10
Чистые осиновые с густым еловым подростом	Толстые	30	7	66	17
	Средние	17	4	57	16
	Тонкие	17	5	39	11
Березово-осиновые	Толстые	20	7	45	13
	Средние	10	4	39	11
	Тонкие	5	2	31	8
Чистые осиновые вдоль опушек	Толстые	18	5	36	7
	Средние	12	4	34	6
	Тонкие	9	2	25	9

(табл. 3). Взаимосвязь между суммарной площадью поперечного сечения сучьев и объемом ядра определяется коэффициентом корреляции 0,9.

От площади поперечного сечения сучьев зависит окраска ядра. У более суковатых деревьев оно темнее (табл. 4).

Таблица 4

Насаждения	Группы деревьев	Количество обследованных деревьев, шт.	Диаметр сучьев, *см*	Суммарная площадь поперечного сечения сучьев у однородных деревьев, *см*²
Чистые осиновые	Толстые	30/28	1,3/1,6	45/60
	Средние	22/41	1,2/1,3	41/47
	Тонкие	20/34	1,2/1,3	38/42
Чистые осиновые вдоль опушек	Толстые	2/13	1,3/1,6	25/38
	Средние	3/13	1,2/1,4	32/36
	Тонкие	10/6	1,1/1,2	23/27

Примечание. В числителе — данные для деревьев с желтым ядром; в знаменателе — с темным.

Как видно из приведенных данных, у желтоядерных осин площадь поперечного сечения сучьев и их диаметр меньше, чем у темноядерных. Это объясняется тем, что через сучья темноядерных деревьев в древесину лучше проникают воздух, вода, а также споры и гифы грибов. Под их влиянием в древесине, связанной с мертвыми сучьями,

происходят качественные изменения, способствующие ее окрашиванию в темный цвет.

Появление у осины краснины и сердцевинной гнили нередко связывают с различными механическими поранениями. Для проверки этого предположения мы исследовали тридцатилетние осины, поврежденные лосями и тополевым усачем.

Обычно площадь обглоданных лосями коры и поверхностных слоев заболони составляет 15—18 *дм*². Раны по высоте достигают 0,5 *м* и по ширине 1/3 окружности ствола. Быстрота зарастания повреждений зависит от прироста дерева. У осин с хорошим ростом раны полностью зарубцовываются через 8 лет. Вокруг поранений образуется чехол из красно-бурой, реже коричневой древесины. От центра раны он простирается в пределах 1 *см*.

У поврежденных лосями осин объем ядра не увеличивается и окраска его не изменяется (табл. 5), так как воздух, вода и гифы грибов практически через живые ткани заболони в ядро не проникают.

Таблица 5

Характеристика деревьев	Количество обследованных деревьев	Процент содержания ядра в дереве	Площадь ядра на торцах отрубков, %	
			желтоокрашенного	темноокрашенного
Поврежденные	26	33	71	29
Неповрежденные	142	33	64	36

Быстрое зарастание ран и малая продолжительность воздействия внешней среды на древесину в местах повреждения объясняют отсутствие здесь признаков гнили.

Таблица 6

Характеристика деревьев	Количество обследованных деревьев	Распределение площади ядра	
		желтоокрашенного	темноокрашенного
Поврежденные усачем	85	38	62
Здоровые	230	56	44

Личинки тополевого усача проделывают ходы обычно в центральной части ствола осины — в ее ядре. Древесина вблизи ходов темнеет. В связи с этим площадь темноокрашенного ядра увеличивается (табл. 6).

Как известно из работ П. Н. Борисова (1936), А. М. Анкудинова (1939) и др., в местах повреждения осины усачем появляется сердцевинная и напенная гнили. Это происходит потому, что в ядро, жизнедеятельность которого ослаблена, через ходы усача продолжительное время проникает воздух, вода, бактерии и грибы. Под их воздействием ядро темнеет, а впоследствии и загнивает.

Поступила в редакцию
23 марта 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.114.351

РАЗЛОЖЕНИЕ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

В. А. ГУРМАЗА

Преподаватель

(Каменец-Подольский сельскохозяйственный институт)

Имеющаяся обширная литература по вопросу разложения лесной подстилки и взаимодействия ее зольных элементов с почвой позволяет особо подчеркнуть, что производительность почв и биологический круговорот веществ в значительной степени зависят от скорости перехода их из подстилки в почву и способности древостоя поглощать необходимые для роста и развития питательные вещества.

Мы провели двухлетние исследования фракционного состава и разложения лесной подстилки по сезонам года (25 апреля, 10 июля и 25 октября) в шестикратной повторности под культурами дуба I и II классов бонитета. Насаждения произрастают в лесных массивах Гороховского лесничества, Киверецкого лесхоззага, Волынской области (лесостепная часть), на светло-серых, серых и темно-серых почвах, развитых на лёссовидных суглинках. Механический состав почв пылевато-легкосуглинистый. Средние результаты фракционирования подстилки приведены в табл. 1.

Наибольший удельный вес во фракционном составе подстилки занимают листья, являющиеся самой динамичной ее частью. Принимая во внимание, что они служат одним из источников поступления питательных веществ в почву, рассмотрим изменение именно этой фракции лесной подстилки.

Интенсивность разложения листьев вычисляли как разность между их весом весной и осенью, интенсивность накопления — как разность веса растительной смеси осенью и весной. Осенний опад текущего года исследований при расчетах не учитывали. Разность между интенсивностью разложения листьев и накопления растительной смеси составила величину минерализации за весенне-осенний период. Процентное содержание этих показателей от общего веса листьев подстилки вычисляли по формулам

$$И_р\% = \frac{И_р \cdot 100}{В};$$

$$И_н\% = \frac{И_н \cdot 100}{И_р};$$

$$М\% = \frac{М \cdot 100}{И_р},$$

Таблица 1

№ пробной площади	Почва	Состав насаждения	Класс бонитета	Возраст, лет	Сезон обследования	Вес подстилки, *Т/га*		Вес растительных остатков, сохранивших форму, *Т/га*	Вес растительных остатков, потерявших форму, *Т/га*
						всего	листья		
1	Светло-серая легкосуглинистая	10Д	I	35	Весна	9,04	5,22	6,70	2,34
					Лето	6,76	2,88	4,88	1,88
					Осень	8,69	1,05	4,01	4,68
2	Серая легкосуглинистая	„	„	„	Весна	6,35	3,49	5,07	1,77
					Лето	5,18	2,41	3,94	1,24
					Осень	4,97	1,02	2,58	2,39
3	„	„	II	„	Весна	7,75	4,23	5,56	2,19
					Лето	4,68	2,07	2,78	1,90
					Осень	5,38	1,17	2,37	3,01
6	Темно-серая легкосуглинистая	„	I	„	Весна	5,25	3,20	4,50	0,75
					Лето	4,46	2,38	3,21	1,25
					Осень	2,57	0,70	1,66	0,91
7	„	„	II	45	Весна	5,38	3,53	4,13	1,25
					Лето	4,63	2,51	3,12	1,51
					Осень	3,55	0,79	1,52	2,03
5	Серая легкосуглинистая	5Д4Г1Ос	„	60	Весна	6,00	3,47	5,24	0,77
					Лето	5,20	2,32	4,08	1,12
					Осень	2,78	0,19	1,89	0,99
8	Темно-серая легкосуглинистая	„	„	„	Весна	5,33	3,23	5,07	0,26
					Лето	3,72	1,78	2,61	0,96
					Осень	2,68	0,16	1,84	0,34

где $И_р$ — интенсивность разложения листьев, *т/га*;
B — вес листьев подстилки весной, *т/га*;
$И_н$ — интенсивность накопления растительной смеси, *т/га*;
M — минерализация листьев за весенне-осенний период, *т/га*.

Величина этих показателей приведена в табл. 2. Анализируя полученные результаты, следует отметить более интенсивное разложение и минерализацию подстилки под смешанными насаждениями, что обусловливается в значительной степени неоднородностью ее состава.

На светло-серых почвах, наиболее увлажненных по сравнению другими, под культурами дуба процесс разложения листьев вызывается преимущественно грибной микрофлорой и протекает в более кислой среде. Поэтому здесь наблюдается более интенсивное разложение и значительное накопление растительной массы. Однако дальнейшее превращение последней резко замедляется (в сравнении с другими почвами), вследствие менее благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов, перерабатывающих эту массу в более сложные минеральные и органические соединения.

Темно-серые почвы характеризуются более благоприятным водно-воздушным режимом, создающим оптимальные условия для развития микроорганизмов. Поэтому под пологом дубовых насаждений на этих почвах, наряду с интенсивным разложением подстилки, наблюдается резко выраженная минерализация растительной смеси.

Таблица 2

№ пробной площади	Вес листьев весной, *Т/га*	Интенсивность р зложения листьев, *Т/га*	Интенсивность накопления растительной смеси, *Т/га*	Минерализация листьев, *Т/га*
1	5,22	4,17	2,34	1,83
2	3,49	2,47	0,63	1,84
3	4,43	3,06	0,82	2,24
6	3,20	2,50	0,16	2,34
7	3,53	2,74	0,78	1,96
5	3,47	3,28	0,22	3,06
8	3,23	3,07	0,08	2,99

Как видно из таблицы, самый высокий процент растительной смеси имеет подстилка под культурами дуба I класса бонитета на светло-серых почвах. В насаждениях этого же класса на серых почвах минерализация подстилки протекает гораздо быстрее, а следовательно, и количество растительной смеси здесь меньше. Близкие к этим показатели имеет подстилка на серых почвах под культурами дуба II класса бонитета.

Как показали исследования, минерализация листьев всего интенсивнее протекает в насаждениях I класса бонитета на темно-серых почвах; во II классе на этих почвах отмечены более низкие данные.

В целях повышения производительности лесных насаждений и улучшения плодородия почв под ними путем интенсификации разложения лесной подстилки и ее дальнейшей минерализации, в районе исследований целесообразно создавать смешанные насаждения с господством дуба на почвах, наименее пригодных для сельскохозяйственного использования.

Поступила в редакцию
22 марта 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.443.3 : 634.0.232 : 674.032.475.3

ОПАСНАЯ БОЛЕЗНЬ ЛИСТВЕННИЦЫ В КУЛЬТУРАХ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА *

О. Д. ЦЫПЛАКОВА

Аспирант

(Воронежский лесотехнический институт)

В лесном массиве Воронежского государственного заповедника (северо-восточная половина Усманского бора Воронежской области) имеются уникальные по лесохозяйственному и научному значению культуры лиственницы. Они были созданы в 1880, 1913 и 1931 гг. в опытных целях; теперь, в условиях Воронежской области (в ее современных границах), они являются наиболее сохранившимися посадками этой ценной породы и входят в состав насаждений Борского (кварталы 504 и 390) и Краснолесенского (квартал 442) лесничеств заповедника. По данным К. П. Соловьева [2], чистые культуры лиственницы в кварталах 504 и 390 создавали рядовой посадкой 2-летних сеянцев, выращенных в лесном питомнике из привозных семян неизвестного происхождения. Густота посадки на 1 *га* составляла: в квартале 504 — 6563 шт., в квартале 390—13200 шт. В квартале 442 высаживали дуб и лиственницу, по 1250 шт. сеянцев каждой породы, всего 2500 растений на 1 *га* с примесью вяза, клена остролистного, лещины.

Условия произрастания лиственницы соответствуют ее требованиям, о чем свидетельствуют данные учета 1965 г. (табл. 1). Однако самосев лиственницы под пологом отсутствует.

Таблица 1

№ квартала	Площадь проб, *га*	Состав насаждения	Видовая принадлежность лиственницы	Возраст культур, лет	Тип леса	Рельеф и почва	$D_{ср}$, *см*	$H_{ср}$, *м*	Класс бонитета	Общее количество стволов на 1 *га*
504	0,45	10Лц, ед. Е, С, Кл. ос	*Larix polonica* Racib.	86	B_2	Ровный, серая песчаная	26,5	28,8	I	1293
390	0,25	8Лц1Б1С	*Larix Sukaczewii* Djil.	53	B_2	Ровный, песчаная	19,0	22,2	I	2420
442	0,25	5Лц4Д1Б, ед.С,Ил	„	33	C_2	„	17,5	17,5	Ia	2484

Примечание: *Larix polonica* Racib. по М. С. Чернобровцеву [3]; *Larix Sukaczewii* Djil. — по нашему определению.

* Автор благодарит кандидата сельскохозяйственных наук И. Я. Шемякина за консультации и указания по работе.

Обращает на себя внимание большая загущенность культур в квартале 390. На участках рубки ухода не проводили.

В 1960 г. на постоянных пробных площадях в кварталах 390 и 504 для нумерации деревьев было проведено предварительное подрумянивание коры. Оно оказалось серьезной травмой для отдельных деревьев и способствовало возникновению заболевания.

При фитопатологическом обследовании культур в 1964 г. мы обнаружили язвенно-ступенчатый рак лиственницы от сумчатого гриба *Dasyscypha Willkommii* Hart. Возбудитель болезни найден нами на живых стволах лиственницы с язвами рака, а также на сухостое и естественном отпаде в кварталах 504 и 390. В смешанных культурах (квартал 442) рак на лиственнице не обнаружен.

Мы выявили степень зараженности насаждений, исследовали интенсивность развития болезни и пути распространения инфекции. Работу проводили на трех постоянных пробных площадях, заложенных ранее в заповеднике (табл. 1).

Обследовано 1224 дерева лиственницы с разделением их по состоянию в период вегетации на следующие группы: I — здоровые. Ствол без внешних признаков болезни. Крона хорошо сформирована. Хвоя зеленая; II — ослабленные болезнью. На стволе раковая язва или рубец. Состояние кроны и хвои различное; III — механически поврежденные. Ствол со следами свежего ошмыга, затеса. Состояние крон различное. Хвоя зеленая; IV — мертвые. На стволе нет ни рубцов, ни язв. Деревья подчиненного полога, сильно угнетены. Ветви в кроне сухие, без хвои.

Группа II в силу различного состояния деревьев подразделена на категории ослабления, в зависимости от интенсивности смолотечения из инфицированной коры (в баллах) [1], а также от характера формирования язвы или рубца на стволе в его комлевой части (до $H = 3$ *м*): 1 категория — начальное. В коре ствола неглубокая продольная смолоточащая трещина, смола вытекает. Балл 3 и более. Ветви кроны и хвоя по состоянию не отличаются от здоровых; 2 — среднее. В коре ствола глубокая трещина (до слоев древесины). Смолотечение приостановлено. Балл 2. Крона флагообразная, много сухих ветвей. Хвоя зеленая; 3 — сильное. На стволе раковая язва. Смола почти не выделяется. Балл 0—1. Кора либо отмерла и отпала, либо вдавлена в центре язвы, где могут быть подушечки конидий, а затем апотеции гриба. Крона плохо развита, с сухой вершиной или совсем засохшая, располагается в подчиненном пологе. Хвоя бледно-зеленая, редкая или вовсе отсутствует; 4 — перенесшие болезнь деревья. На стволе след заросшей

Таблица 2

№ квартала	Общее количество лиственницы	Здоровых	Ослабленных болезнью					Механически поврежденных	Мертвых
			всего	по категориям ослабления					
				1	2	3	4		
504	559	496/89,2	32/5,7	17/3,0	9/1,6	—	6/1,1	—	29/5,1
390	532	191/36,0	78/14,6	26/4,9	37/6,9	10/1,8	5/1,0	—	263/49,4
442	133	104/78,2	—	—	—	—	—	5/3,8	24/18,0

Примечание. В числителе — абсолютные значения, в знаменателе — в процентах.

язвы — засмоленный рубец. Крона флагообразная, с живыми и сухими ветвями. Хвоя зеленая.

По указанным признакам мы дали оценку фактического состояния насаждений (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что наиболее зараженной оказалась лиственница Сукачева в квартале 390. Лиственница польская в квартале 504 повреждена значительно меньше. Однако предстоит выяснить, от чего зависит сила заражения: от видовой принадлежности лиственницы или

Таблица 3

Классы роста по Крафту	$D_{ср}$, *см*	$H_{ср}$, *м*	Категории ослабленности				Итого
			1	2	3	4	
Квартал 504 (86 лет)							
1	30,2	30,3	3/9,4	—	—	—	3/9,4
2	26,3	28,8	8/25,0	3/9,4	—	—	11/34,4
3	26,1	28,6	4/12,5	—	—	1/3,1	5/15,6
4а	16,7	22,0	2/6,3	1/3,1	—	5/15,6	8/25,0
4б	16,2	21,6	—	1/3,1	—	—	1/3,1
5а	15,6	20,2	—	4/12,5	—	—	4/12,5
5б	14,2	17,4	—	—	—	—	—
Итого			17/53,2	9/28,1	—	6/18,7	32/100
Квартал 390 (53 года)							
1	23,9	23,7	5/6,41	1/1,28	2/2,564	1/1,282	9/11,536
2	17,4	21,5	8/10,26	—	—	—	8/10,260
3	14,1	19,8	7/8,97	4/5,13	1/1,282	2/2,564	14/17,946
4а	11,6	17,5	2/2,56	3/3,85	2/2,564	1/1,282	8/10,256
4б	9,7	15,2	3/3,85	18/23,08	4/5,128	1/1,282	26/33,340
5а	9,0	13,6	1/1,28	6/7,69	—	—	7/8,970
5б	7,7	10,9	—	5/6,41	1/1,282	—	6/7,692
Итого			26/33,33	37/47,44	10/12,82	5/6,41	78/100

Примечание. В числителе — абсолютные значения; в знаменателе — в процентах.

от других причин (меньшей густоты насаждения и отсутствия травм на стволах).

В квартале 442 на стволах лиственницы есть только механические повреждения коры — ошмыг оленем.

Рак поражает лиственницу независимо от возраста дерева и класса его роста (табл. 3).

Из таблицы видно, что 86- и 53-летние лиственницы всех классов роста по Крафту подвержены болезни. Но интенсивность болезненного процесса зависит от положения дерева в насаждении и его общего состояния до заражения. Деревья с хорошо развитыми стволами и кронами (классы роста с 1 по 3, реже 4) более устойчивы, на них болезнь встречается в начальной категории ослабления и сопровождается смолотечением, локализующим инфекцию (квартал 504). В насаждениях квартала 390 болезненный процесс протекает интенсивнее, преобладает 2-я категория ослабления. При обследовании встречались деревья с зарубцевавшейся язвой на стволе. Подобные явления неоднократно отмечали и исследовали фитопатологи [4]. Процессу заживления язв содействуют, очевидно, общее хорошее состояние дерева до заражения (квартал 504), а также улучшившиеся условия освещения и питания в результате вырубки или отмирания соседних стволов (квартал 390).

При выяснении путей проникновения возбудителя язвенного рака в толщу коры оказалось, что из 114 язв (на 78 стволах в квартале 390) расположены: в зоне сучьев 35 (30,7%); в местах механических повреждений прошлых лет (затеса, ошмыга коры) — 49 (43,0%); в зоне сучьев, на местах механических повреждений — 16 (14,0%); в местах, не имеющих заметных следов травм и сучьев — 14 (12,3%).

Следовательно, заражение лиственницы происходит через побеги, отмершие сучья и механические повреждения (раны и трещины в коре).

Рак лиственницы опасен и вреден, он вызывает ослабление и усыхание деревьев, уродует форму ствола, обесценивает древесину.

В целях оздоровления культур лиственницы необходимо: ликвидировать источники инфекции — сухостой и отпад лиственницы с массой плодоносцев возбудителя болезни; не допускать травмирования стволов; планомерно проводить рубки ухода; вести надзор за санитарным состоянием культур и сохранять их как ценные объекты.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. А. Положенцев. К методике определения жизнестойкости сосны. Труды Башкирского государственного заповедника, 1947. [2]. К. П. Соловьев. Лиственница сибирская в Воронежском государственном заповеднике (рукопись), 1941. [3]. М. С. Чернобровцев, К. П. Соловьев. Старейшая культура лиственницы польской в Воронежской области. Известия отделения Всесоюзного ботанического общества, изд. ВГУ, Воронеж, 1963. [4]. И. Я. Шемякин. К вопросу о классификации опухолей, раковых заболеваний и травм деревьев. Научные записки ВЛТИ, т. XXVI, 1961.

Поступила в редакцию
17 марта 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.05 (571.5)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ ВЕТВЕЙ СИБИРСКИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

В. В. ГОЛИКОВ

Старший преподаватель

Э. Н. ФАЛАЛЕЕВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Сибирский технологический институт)

Удовлетворение непрерывного роста потребностей народного хозяйства в древесине должно идти по пути расширения объема лесозаготовок в многолесных районах страны, а также полного использования всего лесосечного фонда, включая отходы (сучья, кору, хвою, листья и т. п.).

Данные по таксации ветвей древесных пород необходимы при расчетах параметров машин и механизмов для очистки мест рубок, обрубки сучьев, переработки лесосечных отходов на технологическую щепу и т. п. Поэтому вопросы совершенствования учета ветвей древесных пород приобретают весьма важное значение.

Долгое время считали, что неправильная форма ветвей и сучьев исключает возможность их таксации с использованием стереометрических формул. Поэтому объем ветвей и сучьев обычно определяют в складочной мере (с последующим нахождением коэффициентов полнодревесности) или весовым способом. Все это чрезвычайно усложняет учет маломерной древесины (ветви и вершины деревьев) и не гарантирует высокой точности конечных результатов.

Исследования относительного сбега ветвей пихты сибирской, проведенные В. В. Голиковым [2], применительно к известной методике В. К. Захарова, показали, что ветви пихты, независимо от размеров, имеют некоторую стабильную форму. Позднее такие же данные были получены В. М. Воробьевой и З. В. Медведевой [1] для ветвей сосны, Э. Н. Фалалеевым и В. В. Голиковым [4] для ветвей лиственницы и М. А Данилиным * для ветвей осины. Дальнейшие наблюдения [3] позволили сделать вывод, что относительный сбег ветвей одной и той же породы не зависит от условий местопроизрастания.

Для выяснения закономерностей строения ветвей других сибирских пород (кедра, ели и березы) был произведен обмер диаметров 150 ветвей для каждой из них в коре и без коры по относительным их длинам. Затем по каждой секции был найден относительный диаметр.

---

* М. А. Данилин. Некоторые данные исследования сбега сучьев и объема осины. Рукопись, 1964.

Точность определения его оказалась достаточной, во всех случаях показатель точности опыта не выходил за пределы 3%.

Значения относительного сбега ветвей (%) у различных пород оказались довольно близкими между собой (кроме спелой и перестойной осины), что наглядно иллюстрирует табл. 1.

Таблица 1

Секции сучка	Породы					
	ель	кедр	пихта	лиственница	осина	береза
I	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100
II	94/93	92/91	91/92	95/95	94/93	92/93
III	87/85	85/84	84/88	87/86	83/83	85/84
IV	81/79	79/79	77/76	80/78	72/71	78/76
V	71/69	71/69	69/68	71/69	62/60	71/70
VI	63/61	65/61	62/58	62/61	52/50	62/60
VII	55/51	57/52	53/47	53/51	42/40	53/49
VIII	46/41	48/42	43/37	44/42	33/31	43/42
IX	36/30	40/31	35/26	35/33	25/24	30/25
X	27/20	30/22	23/13	25/17	18/17	20/15

Примечание. В числителе — показатели для сучьев в коре, в знаменателе — без коры.

Отсюда можно сделать вывод, что ветви сибирских древесных пород имеют стабильную форму и могут таксироваться с использованием математических формул. Объем ветви одного порядка может быть найден по сложной формуле срединного сечения

$$V = \frac{\pi D_{\mathrm{I}}^2}{4} \cdot \frac{L}{10} + \frac{\pi D_{\mathrm{II}}^2}{4} \cdot \frac{L}{10} + \cdots + \frac{\pi D_{\mathrm{X}}^2}{4} \cdot \frac{L}{10},$$

где $D_{\mathrm{I,II,...X}}$ — диаметры на середине I, II, ... X секций;
L — длина ветви.

Преобразуя формулу, можно получить следующее выражение:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{L}{10} \left(D_{\mathrm{I}}^2 + D_{\mathrm{II}}^2 + \cdots + D_{\mathrm{X}}^2\right).$$

Используя найденные значения относительного сбега, можно выразить диаметры на середине I, II, ... X секций через диаметр на половине длины ветви. Тогда ее объем

$$V = \frac{\pi D_{1/2L}^2}{4} \cdot P,$$

где P имеет определенное значение для отдельной древесной породы, причем различное в коре и без коры. То же самое будет наблюдаться с выражением

$$K = \frac{\pi D^2_{1/2L}}{4P}.$$

Отсюда объем ветви одного порядка может быть определен по формуле

$$V = K \cdot D^2_{1/2L} \cdot L.$$

Значения коэффициентов K для различных древесных пород в коре и без коры приведены в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Значение коэффициента K	
	в коре	без коры
Кедр	0,84	0,85
Ель	0,86	0,86
Лиственница	0,85	0,87
Пихта	0,83	0,86
Береза	0,82	0,84

Как показала опытная проверка, простая формула срединного сечения при нахождении объема ветви дает систематическую отрицательную ошибку от 4 до 9% в зависимости от породы.

Среднее значение коэффициента K для основных сибирских пород в коре и без коры составляет 0,84 и 0,86.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. М. Воробьева, З. В. Медведева. К вопросу составления таблиц для массовой таксации и индивидуальной сучьев сосны. Сборник материалов конференции СТИ по итогам работ за 1963 г., Красноярск, 1964. [2]. В. В. Голиков. Некоторые данные исследования объема и сбега сучьев пихты сибирской. Сборник материалов научной конференции СТИ по итогам работ за 1961 г., Красноярск, 1962. [3]. В. В. Голиков. К методике учета маломерной древесины. Сборник материалов научной конференции СТИ по итогам работ за 1962 г., Красноярск, 1963. [4]. Э. Н. Фалалеев, В. В. Голиков. К вопросу таксации маломерной древесины лиственницы сибирской. Сборник трудов СТИ «Лиственница», 1964.

Поступила в редакцию
21 января 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 581.1 : 674.032.475.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛА ЗАБОЛЕВАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Н. В. ПОДЗОРОВ

(Директор Охтинского учебно-опытного лесхоза)

В своих исследованиях мы ставили задачу связать внешние и физиологические признаки состояния деревьев, что даст возможность более правильно производить удаление из насаждений заболевших и ослабленных.

Для проведения исследований в квартале 7 (в черте города) в чистом сосновом насаждении VI класса возраста, с полнотой 0,6, класс бонитета насаждения III, были заложены четыре пробные площади ленточной формы размером 2500 *м*^{2} каждая.

На каждой пробной площади было занумеровано 50 деревьев сосны. На пробных площадях определяли кислотность вытяжки луба; биоэлектрические показатели дерева; активность каталазы в лубе; зависимость окраски участков луба, смоченных йодным раствором, от наличия в них крахмала; измеряли интенсивность выделения живицы. Наиболее характерные данные исследования приведены в табл. 1. При этом применяли следующую методику. Кислотность луба определяли в летние периоды 1957—1958 гг. работники ЛенНИИЛХа. У дерева на высоте 1,3 *м* от поверхности почвы охотничьей высечкой вырезали кружочек коры с лубом. Луб отделяли от коры и мелко измельчали. Навеску 2 *г* помещали в пробирку с дистиллированной водой (5 *см*^{3}). Пробирку закладывали на 24 *час* в термостат с температурой около 20° С. Затем жидкость отфильтровывали и с помощью потенциометра определяли ее кислотность. Из таблицы видно, что чем больше ослаблено дерево, тем выше кислотность.

Для определения биоэлектрических показателей дерева мы применили специальную вилку. К ручке вилки прикреплена пластмассовая пластинка размером 2 × 2 *см*. В пластинке на расстоянии 5 *мм* друг от друга просверлены два отверстия диаметром 2 *мм* каждое. В них выведены два контакта: один из меди, другой из цинка. Общая площадь каждого контакта 5 *мм*^{2}, форма треугольная. Контакты выступают из пластинки на 5 *мм*. К ним с обратной стороны пластинки припаяны изолированные провода, в цепи которых включается микроамперметр. На дереве осторожно очищали кору до луба на участке 2,5 × 2,5 *см*. Контакты вкалывали в луб на всю глубину (5 *мм*). При этом электрическая цепь замыкалась, возникал электрический ток. Измерение силы тока ясно показывает, что в жизнеспособных деревьях величина его колеблется в пределах 10—18 *мка*, а в ослабленных постоянным действием дымовых газов — 6—9,6 *мка*. Таким

Таблица 1

Средний диаметр, *см*	Средняя высота, *м*	Среднее значение pH вытяжки луба	Количество выделявшегося O_2 на 1 *г* луба, *см*³	Окраска участков луба, смоченных йодным раствором	Биоэлектрические показатели луба, *мка*	Интенсивность выделения живицы, баллы	Прирост по годам, *см*						
							1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
18	21,0	6,02 / 5,76	6,76 / 4,99	Бурая / Желто коричневая	15—17 / 5,1—6	3 / 2	27	30	23	20	15	7	Усохли
22	23,1	6,01 / 6,00	6,75 / 6,76	Бурая / Бурая	15—17 / 16—17	4 / 4	50	41	39	39	40	38	39
32	26,1	5,99 / 5,64	6,74 / 5,01	Бурая / Желто-коричневая	15—16 / 6—6,7	4 / 2	19	17	16	11	10	9	Усохли
23	24,3	6,01 / 6,01	6,75 / 6,75	Бурая / Бурая	11—14 / 12—17,3	3 / 4	35	34	34	28	30	31	30
20	22,4	6,00 / 6,01	6,74 / 6,75	Темно-бурая / Темно-бурая	12—18 / 13—18	3 / 3	16	14	14	15	17	16	14
22	24,1	6,00 / 5,78	6,73 / 5,00	Темно-бурая / Желто-коричневая	11—14 / 7—8,1	3 / 2	39	40	30	22	20	13	Усохли
20	22,1	5,93 / 5,61	6,64 / 4,99	Бурая / Желто-коричневая	12—17,2 / 6—8,3	3 / 2	34	30	28	24	18	12	„
18	23,0	6,01 / 6,01	6,75 / 6,75	Темно-бурая / Темно-бурая	—	4 / 4	26	30	32	30	29	28	30
23	24,0	6,01 / 5,79	6,75 / 5,01	Бурая / Желто-бурая	11—15,3 / 7—9,1	3 / 2	23	20	10	4	3	4	Усохли
22	23,5	6,01 / 5,81	6,70 / 5,06	Бурая / Желто-бурая	12—16,9 / 8—9,6	4 / 3	39	41	30	26	19	11	„

Примечание. В 1963 г. все деревья были срублены и обмерены. В числителе — данные измерений 1957 г., в знаменателе — 1958 г.

образом, падение силы тока до определенных размеров может служить показателем начала заболевания дерева.

Активность каталазы определяли по количеству выделенного кислорода на 1 *г* исследуемого вещества при действии 5%-ного раствора перекиси водорода.

Для определения крахмала в лубе мы применяли макроскопический метод исследования. Пробы брали с деревьев на высоте 1,3 *м* также с помощью охотничьей высечки. Кружочки луба окрашивали 5%-ным раствором йода. Интенсивность окраски пробы луба давала возможность судить о наличии крахмала.

Здоровые деревья давали бурую, почти черную окраску; деревья, ослабленные действием дымовых газов, — желто-коричневую. Следовательно, активность каталазы луба и интенсивность окраски пробы луба дают возможность судить о физиологическом состоянии дерева, а значит и определять момент начала заболевания дерева.

При измерении интенсивности выделения живицы мы применяли метод искусственных ранений, разработанный Н. А. Положенцевым. Для нанесения ран на стволе мы пользовались все той же охотничьей высечкой. Место ранения на стволе выбирали на высоте 1,3 *м* от земли, с южной стороны, где живица выделяется несколько энергичнее. Многочисленными опытами установлено, что чем здоровее и жизнеспособнее дерево, тем интенсивнее оно смолопродуцирует. Ослабленные и безнадежно больные деревья, если они даже по внешним признакам кажутся здоровыми, или совсем не выделяют живицу, или очень медленно.

Таблица 2

Внешние признаки повреждения деревьев	Интенсивность выделения живицы (через 1 *час* после ранения)	Биоэлектрические показатели дерева, *мка*	Оценка состояния дерева, баллы
Крона густая, ствол, ветки и иглы хвои здоровые	Капает	11 и больше	0
Крона густая, иглы грязно-зеленого цвета, кончики игл начинают желтеть	„	11—18	1
Иглы прежних лет начинают отмирать	Среднее количество	10—15	2
Хвоя на побегах первого и второго года начинает изреживаться	„	8—9	3
Отдельные ветки в верхней части кроны лишаются игл	Мало	7—8	4
Начинается частичное усыхание ветвей в средней ча ти кроны. Опадение хвои усиливается	„	7—8	5
Ветки сохнут в большом количестве. Происходит массовое опадение хвои	Точки	5—6	6
Отмирают отдельные деревья	Сухо	4—5	7
Деревья отмирают в большом количестве	„	3—0	8

Сравнение приведенных физиологических показателей состояния дерева с его внешними признаками заболевания дало нам возможность составить таблицу, которая помогает установить момент начала заболевания дерева и насаждения в целом.

Поступила в редакцию
17 февраля 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 581.1 : 674.031.632.22 : 634.0.24

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА БУКОВЫХ МОЛОДНЯКОВ В СВЯЗИ С ИЗРЕЖИВАНИЕМ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

С. Ш. ЧИТАШВИЛИ

Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук

(Институт леса АН Грузинской ССР)

Мы поставили перед собой задачу — изучить характер физиологических, анатомических и морфологических изменений фотосинтетического аппарата буковых молодняков горных лесов Грузии в связи с рубками ухода и степенью изреживания древостоев.

Аналогичные работы, проведенные ранее [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], полностью подтверждают реальность идей Л. А. Иванова о необходимости развития дендрофизиологии для научного обоснования целесообразности того или иного лесохозяйственного мероприятия.

Опыты проводили в буковых молодняках Тианетского и Сагареджойского лесхозов. С целью получения наглядных сравнительных данных заранее подобранные для прочистки, прореживания и проходных рубок участки изреживали в разной степени, то есть до полноты 0,8; 0,6; 0,4; с оставлением соответствующих контрольных участков. Последний вариант был необходим для проверки влияния чрезмерно сильного освещения на фотосинтетическую деятельность буковых древостоев, на прирост и ход формирования стволов в таких древостоях.

Повторные исследования изменений, происшедших в результате изреживания, были проведены в 1961 г., то есть через 5 лет после проведения опытных рубок.

В статье представлен материал о дифференциации деревьев (формировании полога), дневном ходе потенциального фотосинтеза древостоев, изреженных в разной степени, анатомической структуре, ассимиляционном пункте и световых кривых для разных типов листьев бука. Эти вопросы были изучены в полевых условиях с применением лесоводственно-таксационных методов и радиометрического метода изучения фотосинтеза [4], а также с использованием светоизмерительных приборов (объективный люксметр ОЛ-3). Анатомическую структуру листьев изучали путем анализа поперечных срезов листьев под микроскопом МБИ-6. Сущность применения радиометрического метода для определения фотосинтеза нами описана ранее [12]. В качестве рабочего газа мы применяли смесь 1%-ной радиоактивной ($C^{14}O_2$) и стабильной (CO_2) углекислоты удельной активностью 0,5 *мкюри* на 1 *л* CO_2.

В связи с тем, что бук восточный считают типичной теневой и медленно растущей породой, может возникнуть вопрос — стоит ли

Название древостоев	Класс роста	Интенсивность потенциального фотосинтеза буковых древостоев, $\frac{мг\ CO_2}{г \cdot час}$ на сухой вес препарата								
		верхушечная часть			периферийная часть			внутренняя часть		
		утром	в полдень	вечером	утром	в полдень	вечером	утром	в полдень	вечером
15—20-летний подрост	I	58,6 / 52,2	78,6 / 76,0	20,5 / 20,5	30,2 / 17,5	52,0 / 25,1	9,5 / 8,6	15,0 / 6,0	16,7 / 8,1	3,8 / 3,0
	II	25,0 / 15,0	49,5 / 20,3	9,1 / 7,2	20,5 / 6,8	30,5 / 12,5	4,6 / 5,2	6,9 / 2,5	9,8 / 4,0	1,5 / 2,0
	III	5,5 / 2,2	10,2 / 3,0	2,2 / 2,5	4,2 / 2,0	7,6 / 2,8	2,0 / 1,8	3,5 / 1,8	4,0 / 1,2	1,0 / 1,1
	IV	1,8 / 1,0	3,1 / 1,1	0,8 / 0,5	1,6 / 1,1	3,0 / 0,9	0,8 / 0,5	1,6 / 1,0	2,8 / 1,0	0,8 / 0,5
28—30-летний жердняк	I	61,5 / 58,8	85,6 / 81,2	28,2 / 25,6	40,6 / 21,5	60,2 / 28,4	18,5 / 10,2	20,0 / 7,0	25,5 / 10,2	6,0 / 3,5
	II	29,2 / 16,8	52,2 / 21,5	12,0 / 8,0	22,6 / 9,0	30,8 / 13,2	8,2 / 5,6	12,6 / 3,8	15,5 / 5,7	2,5 / 1,8
	III	8,8 / 3,0	13,8 / 4,6	3,8 / 3,5	7,2 / 3,8	12,6 / 4,0	2,5 / 1,5	6,5 / 1,8	8,2 / 2,0	1,2 / 0,8
	IV	2,0 / 1,0	4,2 / 2,1	1,0 / 0,8	1,8 / 1,2	3,9 / 1,8	1,0 / 0,8	1,6 / 1,2	3,5 / 1,6	0,8 / 0,8
60—65-летнее приспевающее насаждение	I	50,5 / 50,0	68,4 / 67,2	15,9 / 14,5	25,6 / 18,2	45,6 / 32,6	6,2 / 5,1	10,8 / 7,5	11,3 / 8,0	2,0 / 1,5
	II	21,8 / 16,6	45,1 / 38,8	8,1 / 7,0	16,0 / 11,0	24,8 / 18,0	3,0 / 2,2	4,6 / 3,5	6,4 / 4,0	1,2 / 1,0
	III	4,2 / 2,0	8,0 / 7,1	2,0 / 1,2	3,1 / 1,8	6,0 / 5,5	1,6 / 1,0	2,0 / 1,2	2,2 / 1,8	0,6 / 0,8
	IV	— / 1,2	— / 6,8	— / 1,0	— / 1,5	— / 5,0	— / 0,8	— / 1,2	— / 1,5	— / 0,8

Примечание. В числителе — данные для древостоев, изреженных до полноты 0,6; в знаменателе — для контрольных.

Таблица 2

Категория листьев и класс роста деревьев	Толщина листьев, *мк*	Толщина палисадной ткани, *мк*	Толщина губчатой ткани, *мк*	Толщина эпидермиса с кутикулой, *мк*	Количество рядов палисадной ткани
Верхушечные I	270/270	160/150	90/100	20/20	2/2
II	218/140	105/78	95/54	18/8	2/1
III	140/84	78/—	54/78	6/6	1/—
IV	1[illegible]0/80	62/—	52/74	6/6	1/—
Периферийные I	210/168	118/92	74/58	18/18	2/1
II	130/126	65/62	57/58	8/6	1/1
III	130/80	68/—	54/74	8/6	1/—
IV	110/80	55/—	49/74	6/6	1/—
Внутренние I	120/98	58/40	62/50	8/8	1/1
II	90/80	—	84/74	6/6	—
III	84/62	—	78/56	6/6	—
IV	60/60	—	54/54	6/6	—

Примечание. В числителе — данные для 28—30-летнего жердняка, изреженного до полноты 0,6; в знаменателе — для контрольного.

говорить о тех изменениях, которые могли бы произойти за 5 лет. Однако ряд ценных и вполне достоверных исследований ([7], [11], [10], [1], [13] и др.) дают полное основание ответить положительно на этот вопрос.

На основании наших данных можно отметить следующее. Характерное для буковых древостоев ступенчатое строение полога усиливается вследствие рубок ухода. Это способствует лучшему проникновению солнечной радиации внутрь полога и в крону.

Наряду с этим, количество активно синтезирующих деревьев I и II класса роста в пологе изреженных до полноты 0,6 участков повысилось за счет уменьшения числа стволов II и III классов.

Данные, иллюстрирующие влияние светового режима, созданного вследствие разной степени изреживания, на изменение фотосинтетического аппарата, приведены в табл. 1 и 2.

Из данных табл. 1 видно, что фотосинтетическая деятельность деревьев II, III и даже IV классов роста в среднем в два с лишним раза выше в изреженных древостоях. Полезный эффект, вызванный рубками ухода, более отчетливо выражен в буковых древостоях низких классов возраста (в подросте и жердняке). Наиболее продуктивными являются деревья I и II классов роста, а из листьев верхушечные и периферийные. Табл. 2 показывает, что основной причиной повышения фотосинтетической деятельности изреженных древостоев является перестройка под влиянием измененного рубками ухода светового режима их фотосинтетического аппарата. Так, например, толщина листьев из крон деревьев, произрастающих в изреженном древостое, в среднем в 1,5—2 раза больше, чем в контрольном.

Представляет определенный интерес вопрос, каковы световые условия для формирования стволов при изреживании до 0,6. Для ответа на этот вопрос на контрольном участке и в древостоях, изреженных до полноты 0,6 и 0,4, при помощи светоизмерительных приборов изучили динамику светового режима в области расположения листьев на отсыхающих ветвях нижней части кроны деревьев разного класса роста. Одновременно, в этих же местах определяли потенциальный фотосинтез. Опыты проводили в ясные июльские дни. Полученные нами данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Часы дня	Солнечная радиация (числитель), *лк* и интенсивность фотосинтеза (знаменатель), $\frac{мг CO_2}{г\ час}$			
	на поляне	в контрольном древостое	в жердняке, изреженном до полноты 0,6	в жердняке, изреженном до полноты 0,4
9	16200 / 2,5	55 / 0,2	170 / 0,2	240 / 0,6
10	38500 / 32,6	78 / 0,2	175 / 0,2	375 / 1,7
11	40000 / 30,2	95 / 0,3	250 / 0,6	740 / 3,1
12	150000 / 24,2	171 / 0,4	495 / 1,2	1270 / 6,8
13	150000 / 24,2	190 / 0,5	480 / 1,5	1320 / 8,2
14	150000 / 24,2	165 / 0,4	485 / 1,5	1310 / 8,4
15	62100 / 26,0	115 / 0,3	210 / 0,2	872 / 4,8
16	51000 / 30,6	62 / 0,2	105 / 0,2	816 / 4,5
17	12560 / 3,1	45 / 0,2	48 / 0,2	210 / 1,4
18	12000 / 2,8	38 / 0,2	35 / 0,2	192 / 1,2

Из таблицы видно, что полог леса является мощным трансформатором солнечной радиации. Так, например, даже в полуденные часы, когда в открытом поле напряженность солнечной радиации достигает 150000 *лк*, под пологом древостоя, изреженного до полноты 0,4, она равна лишь 1270—1320 *лк* (то есть 0,8%), под пологом изреженного до полноты 0,6—450—500 *лк* (0,3% от полной радиации), а под пологом контрольного древостоя она еще меньше (150—200 *лк*).

Поэтому понятно, что даже в полдень листья нижней части кроны синтезируют в 20—25 раз слабее, чем полностью освещенные.

Однако отсыхание нижних ветвей, то есть очищение стволов от ветвей, имеет место лишь на контрольных и изреженных до полноты 0,6 древостоях, тогда как в чрезмерно изреженном насаждении (с полнотой 0,4), вследствие лучшей освещенности листьев, их фотосинтетическая способность остается на довольно высоком уровне и значительно превышает интенсивность дыхания.

При сравнении абсолютных показателей фотосинтеза (табл. 2) становится очевидным, что в нижних листьях накапливается незначительное количество органических веществ, абсолютные величины которых колеблются в пределах точности определения фотосинтеза. Следовательно, можно сделать вывод, что диапазон компенсационного пункта, то есть того минимального количества света, при котором фотосинтез и дыхание равны или второе больше первого, для нижних листьев бука лежит в пределах 50—500 *лк*.

Важен также вопрос о характере фотосинтетической способности листьев бука при разных величинах интенсивности солнечной радиации (рис. 1). Из рисунка видно, что вследствие повышения напряжен-

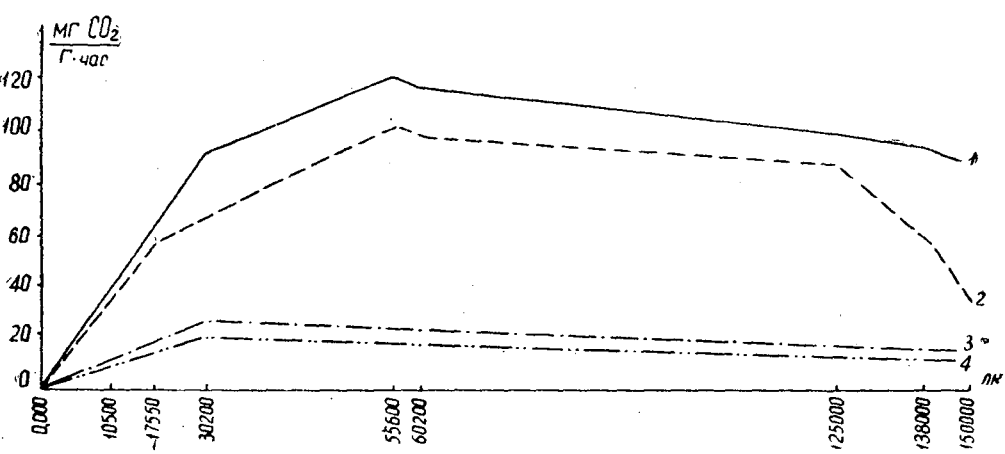


Рис. 1.

1 — верхушечные листья; *2* — периферийные листья; *3* — нижние листья; *4* — внутренние листья.

ности прямой солнечной радиации фотосинтетическая деятельность листьев меняется по-разному. Так, более адаптированные к световым условиям верхушечные и периферийные листья повышают фотосинтез при усилении освещенности до 55000—60000 *лк*, тогда как у адаптированных к теневым условиям нижних и внутренних увеличение фотосинтеза приостанавливается значительно раньше — при освещенности

30000 *лк*. Наряду с этим верхушечные и периферийные листья имеют самые высокие абсолютные показатели фотосинтеза по сравнению с внутренними и нижними.

Наши исследования показали, что наивысшая точка световых кривых (60000 *лк*), которой соответствует максимум фотосинтеза верхушечных листьев бука восточного, в два раза выше, чем по литературным данным (30000 *лк*).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. П. Георгиевский и др. Рубки ухода в лиственно-еловых молодняках. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1962. [2]. В. З. Гулисашвили. Стадийность в развитии древесных пород. Журн. «Успехи современной биологии» № 3, 1954. [3]. А. Б. Жуков. Изменение формы ствола и кроны под влиянием прореживания насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1949. [4]. О. В. Заленский, О. А. Семихатова, В. Л. Вознесенский. Метод применения радиоактивного углерода C^{14} для изучения фотосинтеза. Изд. АН СССР, М.—Л., 1955. [5]. Л. А. Иванов. Свет и влага в жизни наших древесных пород. Изд. АН СССР, 1946. [6]. Л. А. Иванов. О работе ассимиляционного аппарата древесных пород. Журнал Русского Ботанического общества № 15, 1930. [7] Н. Л. Коссович. О фотосинтезе ели в связи с ее приростом при сильном изреживании в лесных биоценозах. Доклад на Всесоюзном совещании по физиологии растений, 1945. [8]. Н. Л. Коссович. Динамика световых условий под пологом елово-лиственного древостоя в связи с рубками ухода за лесом. Сб. «Физиология древесных растений», М., 1962. [9]. В. Н. Любименко. Новые исследования по ассимиляции светолюбивых и теневыносливых пород. «Лесной журнал», 1908. [10]. А. В. Савина. Физиологическое обоснование рубок ухода. Гослесбумиздат, М., 1956. [11]. В. П. Тимофеев. Влияние густоты древостоев и классов роста деревьев на формирование продуктивных насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1961. [12]. С. Ш. Читашвили. Опыт применения радиометрического метода определения фотосинтеза в лесоведении. «Ботанический журнал» т. XLVIII, М.—Л., 1963. [13]. Е. В. Юдина. Фотосинтез древесных пород в условиях достаточного увлажнения. Журнал «Физиология растений» т. 4, вып. 1, 1957.

Поступила в редакцию
14 августа 1963 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.05 (23)

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЗМЫ Н. П. АНУЧИНА И ПОЛНОТОМЕРА В. БИТТЕРЛИХА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

А. ЮСУПОВ

Аспирант

(Всесоюзный НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства)

При определении суммы площадей сечения с помощью призмы визирование на ствол производим так, чтобы верхняя или нижняя линия сдвигаемой части ствола находилась на высоте 1,3 *м* (рис. 1). В обоих случаях мы сравниваем положение сдвигаемой части в точке *A*. Остальные точки и все линии не участвуют в сравнении, хотя и они в общем характеризуют сдвигаемую часть ствола.

Рассмотрим луч зрения, который проходит через точку *A* (*OA* на рис. 1,*б*). Точка *A* луча *OA* перемещается только по линии *EF* или *MN*. По закону оптики для призмы с малыми преломляющими углами на преломление луча *OA* влияет $\angle$ *OAE*, а с изменением $\angle$ *OAC* угол преломления луча не меняется. Поэтому все ошибки при определении суммы площадей сечения насаждений связаны с нарушением перпендикулярности луча *OA* к линии *EF* или *MN*. Следовательно, на отклонение угла *OAC* от 90° не требуется никаких поправок.

Теперь рассмотрим принципы закладки круговых проб с помощью призмы Н. П. Анучина или полнотомера В. Биттерлиха на горном склоне и определим сумму площадей сечения на 1 *га* горизонтальной плоскости.

При помощи полнотомера или призмы на наклонной плоскости (на склоне) начертим круг радиусом *R*, площадью *S* для среднего дерева, имеющего площадь поперечного сечения ствола *s* на высоте 1,3 *м* и радиус *r*.

Полнотомер и призма обоснованы уравнением *

$$\frac{\pi r^2}{\pi R^2} = \frac{1}{10\,000}. \qquad (1)$$

На основании этого уравнения на горизонтальной поверхности

$$\frac{s}{S} = \frac{1}{10\,000}.$$

На склоне по формуле площади эллипса

$$s = \pi r r_1 = \pi r^2 \cos\alpha, \qquad (2)$$

* Н. П. Анучин. Лесная таксация. Гослесбумиздат, 1960, стр. 228.

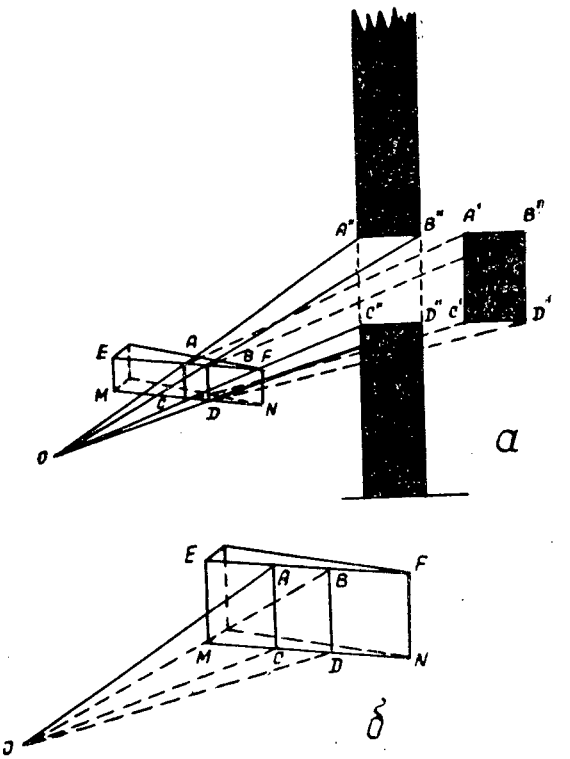


Рис. 1.

где r — радиус ствола, перпендикулярный склону;
r_1 — радиус ствола, параллельный склону;
α — угол склона,
так как $r_1 = r \cos \alpha$. Соответственно

$$S = \pi R R_1 = \pi R^2 \cos \alpha, \tag{3}$$

где R — радиус пробы, перпендикулярный склону;
R_1 — радиус пробы, параллельный склону.

Из уравнения $\frac{d}{b} = \frac{1}{50}$

$$b = 50\,d = 100r. \tag{4}$$

Следовательно,

$$s = 100^2 \pi r^2 \cos \alpha.$$

Тогда соотношение

$$\frac{s}{S} = \frac{\pi r^2 \cdot \cos \alpha}{10\,000 \pi r^2 \cdot \cos \alpha} = \frac{1}{10\,000} \tag{5}$$

показывает, что при работе в горных условиях принципы действия указанных приборов не нарушаются. Таким же образом легко показать, что при обратном переводе круговых пробных площадей с наклонной плоскости на горизонтальную показания приборов корректировать не нужно. По закону тригонометрии и аналитической геометрии наклонная линия (плоскость, горный рельеф) равна частному от деления длины горизонтальной линии (плоскость) на косинус угла наклона.

Следовательно,

$$G = \frac{1}{\cos \alpha}, \tag{6}$$

где G — площадь поперечного сечения одного подсчитанного ствола, приведенная на горизонтальную плоскость.

Сумма площадей поперечных сечений подсчитанных N стволов

$$\Sigma G = \frac{N}{\cos \alpha}. \tag{7}$$

Формула (7) показывает, что сумма площадей сечения, найденная призмой в горных условиях, не требует никаких поправок.

В горных условиях сумма площадей сечения на 1 *га* горизонтальной плоскости равна частному от деления суммы площадей сечения (найденной призмой) на косинус угла наклона местности.

Данные четырехлетнего исследования применения метода закладки круговых пробных площадей призмой Н. П. Анучина и полнотомером В. Биттерлиха в горных лесах подтвердили сделанные нами выводы.

Опыты проводили в насаждениях ели тянь-шаньской в Теплоключинском опытном хозяйстве Киргизской ЛОС и Пржевальском лесхозе Киргизской ССР. Состав насаждений 10Е, класс возраста III — XIX, класс бонитета II—V, полнота 0,1—1,0 и выше, крутизна склона 10—42°.

Опыты показали, что в горных условиях средняя квадратическая ошибка определения суммы площадей сечения призмой Н. П. Анучина (при закладке на 1 *га* пяти круговых проб) не превышает $\pm 3\%$.

Поступила в редакцию
12 марта 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.232 : 674.032.475.542 : 634.0.114.442.1

КУЛЬТУРЫ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. ЛУКИН

Ученый лесовод

(Чаплыгинский лесхоз Липецкой области)

На территории Липецкой области в различных культурах испытано в общей сложности 17 видов ели, произрастающих в Европе, Азии и Северной Америке. Однако, как показывают материалы специальных исследований, а также личные наблюдения автора, для целей лесоразведения здесь оказалась пригодной лишь отечественная ель обыкновенная.

Ель обыкновенная (*Picea excelsa* Link.) в естественных условиях в центральной лесостепи не встречается, но ее многочисленные культуры разного возраста имеются в ряде лесхозов и лесничеств.

Наиболее старые культуры ели на черноземе имеются в Чаплыгинском районе. Здесь в Урусовском парке и в парке Урусовской средней школы 90-летние деревья достигают высоты 24—25 *м* и диаметра 38—40 *см* и более.

В Троекуровском лесничестве Чаплыгинского лесхоза (урочище Малый лоск, квартал 12, выделы 7 и 7а) сохранились культуры ели 70-летнего возраста, заложенные на пологом юго-западном (1,1 *га*) и северо-восточном (1,5 *га*) склонах неглубокой балки. Культуры созданы посадкой сеянцев в частично подготовленную почву. Расстояние между рядами 2,1 *м*, в рядах — 0,7 *м*.

Эти культуры характеризуются следующими таксационными показателями: состав 10Е, полнота 0,5, средняя высота 18,6 *м*, средний диаметр 32,2 *см*, класс бонитета II, запас древесины 270 $м^3$ на 1 *га*. Подрост сосны и ели в возрасте 3—15 лет средней густоты неравномерный. Для сравнения укажем, что растущая по соседству сосна обыкновенная в том же возрасте достигает лишь 14,3 *м* высоты и 28,7 *см* толщины.

В урочище Большой лес (квартал 9, выдел 8) Березовского лесничества Данковского лесхоза культуры ели обыкновенной на площади 0,9 *га* в возрасте 45 лет имели среднюю высоту 16 *м*, средний диаметр 18 *см* и запас 260 $м^3$ на 1 *га*.

Очень ценные старые культуры ели на большой площади есть в Трубетчинском лесничестве Добровского лесхоза.

В культурах Лесостепной опытной станции (Становлянский район) ель обыкновенная испытана на выщелоченном черноземе парка и дендрария, в опытных культурах на оподзоленной почве северо-западного склона балки и на деградированном черноземе в ее вершине.

Кроме того, из нее создана одна из лучших живых изгородей протяженностью около 500 *м*.

Парковые деревья в возрасте 50—55 лет достигают здесь 16—20 *м* высоты и 35—45 *см* толщины. На плодородной черноземной почве ель образует довольно мощную, глубоко проникающую корневую систему и совершенно не подвержена ветровалу. Так, во время исключительно сильной бури летом 1945 г. в парке станции было сломано 15 деревьев ели высотой 15—16 *м* и диаметром 20—30 *см*, но ни одно из них не было вывернуто с корнем.

В коллекциях дендрария станции одно из трех имеющихся насаждений ели обыкновенной (участок 13, выдел *а*) в количестве 67 деревьев, созданное посадкой 3-летних сеянцев в апреле 1930 г. (семена получены из Узловского питомника Тульской области), характеризуется следующими показателями роста.

В возрасте 30 лет средняя высота составляет 13,1 *м*, максимальная — 13,9 *м*; средний прирост в высоту — 0,44 *м*, текущий — 0,56 *м*; средний диаметр — 14,1 *см*, максимальный — 22,3 *см*; средний прирост по диаметру — 0,47 *см*, текущий — 0,54 *см*.

В Калининском отделении совхоза «Троекуровский» (Чаплыгинский район) сохранилась 2-рядная садозащитная полоса из ели обыкновенной протяженностью свыше 200 *м*. В возрасте 55—60 лет деревья ели в этих культурах имеют среднюю высоту 17,8 *м*, средний диаметр 24,3 *см* и характеризуются высокой жизнеспособностью.

В защитных культурах вдоль линий железных дорог на территории области ель обыкновенная в зависимости от состава и возраста насаждений ведет себя по-разному. Так, по наблюдениям в Елецкой дистанции защитных лесонасаждений, молодые смешанные культуры ели в возрасте 25—30 лет чувствуют себя хорошо, успешно растут и развиваются (например, в Лебедянском производственном участке близ разъезда 13-й километр), тогда как 45—50-летние чистые посадки на линии Елец — Ефремов у станции Бабарыкино сильно изрежены и суховершинят.

В озеленительных культурах в условиях города ель обыкновенная, как правило, оказывается достаточно устойчивой к неблагоприятным внешним воздействиям — задымлению и запылению воздуха. Так, в дендропарке Раненбургского производственного участка Мичуринской дистанции защитных лесонасаждений, расположенном на северо-западной окраине г. Чаплыгина в непосредственной близости к линии железной дороги и другим объектам, ее деревья в возрасте 50—60 лет достигают 18—22 *м* в высоту и 24—28 *см* в диаметре, имеют совершенно здоровый вид и регулярно плодоносят.

В культурах и коллекциях Лесостепной опытной станции ель обыкновенная впервые начала плодоносить с 14-летнего возраста. В 1 *кг* содержится около 194 тыс. семян. Абсолютный вес 1000 шт.* в среднем равен 5,15 *г* (от 4,3 до 6,1). Выход семян от сырья редко превышает 2%.

Естественное возобновление ели в культурах на черноземной почве протекает вполне успешно. Например, в Березовском лесничестве (квартал 9, выдел 8), по наблюдениям автора, в окнах и прогалинах полога материнского насаждения на каждом гектаре в среднем насчитывается до 4,7 тыс. экземпляров подроста в возрасте 3—12 лет высотой от 5 до 107 *см*, а в Троекуровском лесничестве (квартал 12, вы-

* Г. Е. Мисник. Производственная характеристика семян деревьев и кустарников городских насаждений. Изд. МКХ РСФСР, М., 1949.

дел 7) под пологом изреженных культур сосны 50—60-летнего возраста на 1 *га* имеется до 5,2 тыс. экземпляров подроста в возрасте 3—15 лет, достигающих высоты 5—155 *см*.

Таким образом, как показывают все приведенные данные, в условиях Липецкой области ель обыкновенная является быстрорастущей, высокопродуктивной и устойчивой древесной породой. Однако внедрение ее в лесные и защитные культуры в качестве главной породы на богатых, плодородных почвах в лесостепной зоне, на наш взгляд, нельзя считать достаточно обоснованным, так как по физико-механическим свойствам древесины она значительно уступает лиственнице и сосне, не говоря уже о дубе. Но в качестве сопутствующей теневыносливой породы в культурах лиственницы (вместе с пихтой сибирской, сосной веймутовой и другими породами) и дуба она представляет несомненный производственный интерес и заслуживает самого пристального внимания лесоводов.

Имеющийся лесокультурный опыт показывает, что в лесорастительных условиях Липецкой области при массивном и защитном лесоразведении ель обыкновенную наиболее целесообразно внедрять в культуры в свежих и влажных судубравах ($С_2$ и $С_3$) и в свежих и влажных дубравах ($Д_2$ и $Д_3$) на светло-серых, серых и темно-серых оподзоленных лесных почвах, а также выщелоченных и деградированных черноземах.

Что же касается вопроса о схемах смешения, то, как подсказывает производственная практика, в описываемых условиях с уверенностью можно рекомендовать кулисный способ, вводя между кулисами основных пород и ели разграничительные ряды кустарников. При смешении ели с сосной, лиственницей и дубом можно применять шахматный или кулисно-звеньевой типы смешения, также с разграничительными рядами из кустарников.

В зеленом же строительстве ель обыкновенная, бесспорно, является одной из наиболее ценных хвойных древесных пород.

Поступила в редакцию
16 июля 1961 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.232.328.1 : 674.031.623.23

ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ ПОДСУШКИ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ ЧЕРЕНКОВ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО

Г. В. МАТВЕЕВА

Доцент

(Московский лесотехнический институт)

На кафедре ботаники Московского лесотехнического института в 1964 г. был заложен опыт, целью которого было изучение изменения влажности черенков при воздушной подсушке, зависимостей прорастания почек от степени подсушки и образования придаточных корней от обезвоженности разных частей черенков (коры и древесины).

7 апреля 1964 г. с 7-летних деревьев тополя бальзамического были нарезаны длинные однолетние побеги. В тот же день из нижней части каждого побега было взято по два черенка длиной 20 *см* и диаметром 1,5 *см*. На каждом из них было по пять почек, первая находилась на расстоянии 3 *см* от верхнего среза. Нарезанные черенки (130 шт.) были разложены в лаборатории в один слой для подсушки при температуре около 20° С.

Пять черенков сразу были поставлены в воду для проращивания, а в шести была определена влажность. Последние были контрольными, так как они характеризовали влажность и приживаемость исходного материала. В течение месяца из подсыхающих черенков в разные сроки брали пробы, и каждый раз пять из них ставили в воду для проращивания, а в шести определяли влажность. Общую влажность получали путем взвешивания трех черенков на аналитических весах и дальнейшего подсушивания их в сушильном шкафу при температуре + 100° до абс. сухого веса. Кроме общей, находили влажность верхней почки, коры и древесины. Небольшие навески при этом взвешивали на торзионных весах и подсушивали в сушильном шкафу. Чтобы составить более полную картину динамики влажности, навески брали в пяти местах: в верхнем и нижнем концах черенков, на расстоянии 3 *см* от концов и в середине. Влажность приводится в процентах к сухому весу и во всех случаях берется средняя для трех черенков.

Исходная влажность составляла 120%. За первые четверо суток подсушки она снизилась на 1/3 и, постепенно уменьшаясь, на четырнадцатые сутки достигла 40% (рис. 1).

На подсушивающихся черенках, в момент определения влажности, срезали верхнюю почку и отдельно находили ее влажность. На только что срезанных черенках эта величина составила 93%. За первые четверо суток подсушки почки повысили влажность до 114%, то есть на 20% (они насосали воду из черенков). Следовательно, в первые дни опыта в черенках, помимо испарения, происходит передвижение влаги

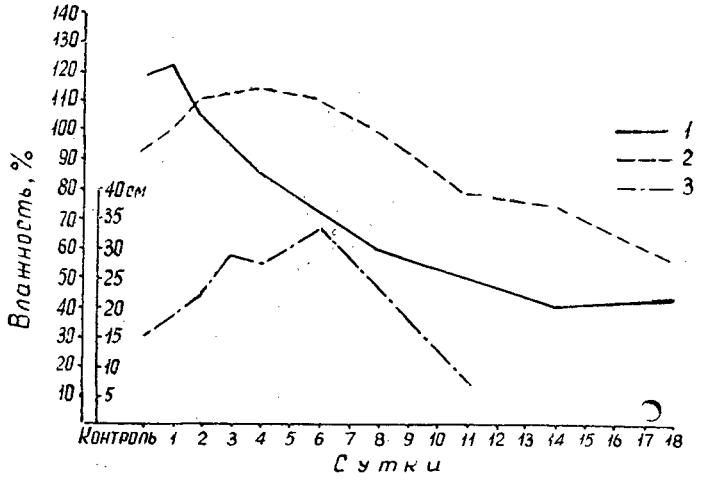


Рис. 1. Влажность черенков и почек и длина побегов.

1—черенки; *2*—почки; *3*—длина побегов.

в физиологически более активные, живые ткани почек. Только после четырех суток опыта началось постепенное подсыхание почек, и на восемнадцатые сутки влажность их достигла 55%.

Черенки, подсушенные в разной степени, ставили в воду, где они дали побеги и корни. Длина развившихся за два месяца побегов характеризует жизнеспособность черенков. Контрольные черенки имели побеги длиной 15 *см* (рис. 1), а подсушенные в течение двух — восьми суток дали побеги больше 22 *см*.

Между общей влажностью черенков и длиной образовавшихся на них побегов мы не видим прямой зависимости, зато она хорошо заметна между влажностью почек на черенках, перед опусканием их в воду, и длиной образовавшихся из них побегов.

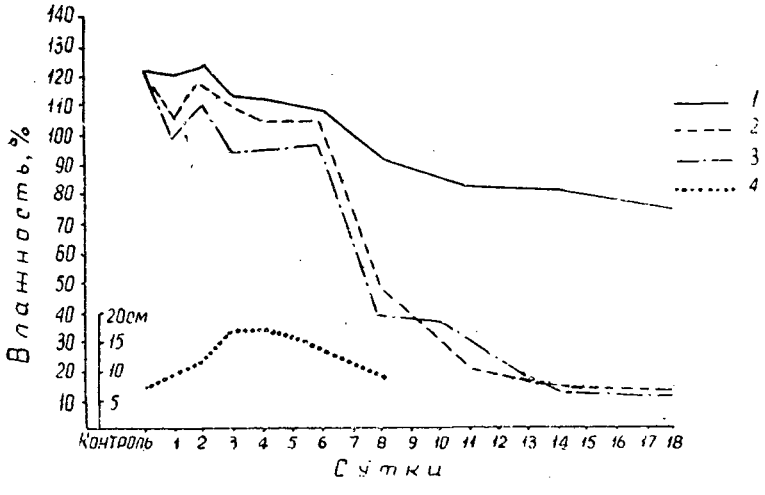


Рис. 2. Влажность коры и длина корней.

1 — кора середины черенка; *2* — кора верхнего конца черенка; *3* — кора нижнего конца черенка; *4* — длина корней.

Исходная влажность коры черенков была 122%. На рис. 2 видно, что кора подсыхала медленнее, чем весь черенок. На шестые сутки опыта в средней части черенка кора имела 108% влажности, а на концах около 100%. Только на восьмые сутки резко снизилась влажность коры на концах черенков — до 40—48%. На одиннадцатые сутки на коре появились черные пятна, произошло отмирание камбия, хотя в средней части кора имела еще 80% влажности. Медленное обезвоживание коры объясняется тем, что в ней много живых клеток, активно удерживающих воду. Эти данные интересны потому, что к коре непосредственно прикасается камбий, влажность которого должна быть не ниже влажности коры. Камбий принимает участие в образовании корней на черенках. Таким образом, мы ближе подходим к вопросу о зависимости корнеобразовательного процесса черенков от влажности камбия (через влажность коры). Такая зависимость хорошо видна на рис. 2. Лучшая корневая система образовалась на черенках, кора которых имела влажность не ниже 105—110%, а на концах черенков около 100%. При снижении влажности коры соответственно до 90% и до 40% корней появлялось меньше, а при уменьшении до 80—90% и до 20—35% камбий отмирал и корни не образовывались.

Исходная влажность древесины черенков была около 100%. В средней части на четвертые сутки опыта она снизилась до 70%, на шестые сутки — до 50%, на одиннадцатые — до 38% (рис. 3). На концах черенков древесина уже на четвертые сутки имела влажность только 36—38%, что объясняется легкой отдачей влаги мертвыми элементами древесины.

Между влажностью древесины черенков и образованием корней не наблюдалось прямой зависимости, но лучшая корневая система была у черенков, влажность древесины средней части которых не меньше 50%.

Влажность древесины непосредственно под почкой с первого дня сушки и до шестого дня оказалась ниже, чем в средней части черенка, сначала на 5, затем на 10 и даже на 15%. Значит, повышение влажности почек в первые дни опыта происходит в результате поглощения ими влаги из ближайших участков древесины, в то время, как снижение влажности коры в этих местах не наблюдалось.

Следовательно, прорастание почек больше зависит от влажности древесины, а корнеобразовательный процесс — от влажности коры.

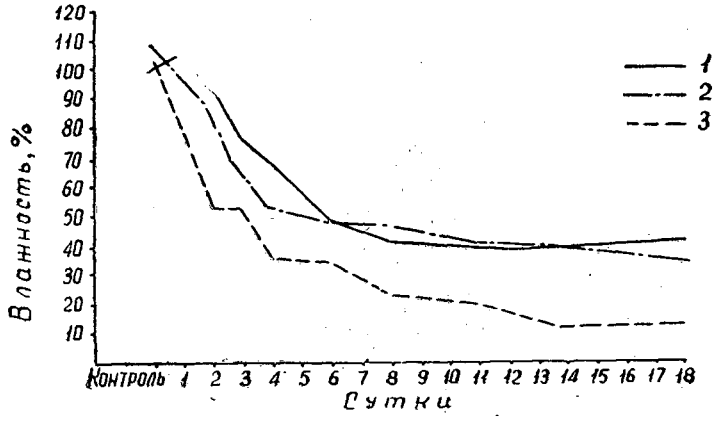


Рис. 3. Влажность древесины.
1 — в середине черенка; 2 — под почкой; 3 — на концах черенка.

Результаты наблюдений за приживаемостью подсушенных черенков в воде приведены в табл. 1. В разной степени подсушенные черенки прорастали по-разному.

Таблица 1

Продолжительность опыта, дни	Общая влажность, %	Влажность почек, %	Начало роста почек, дни	Средняя длина побегов, *см*	Появление корней, сутки	Длина корней, *см*
Контроль	120	93	4	15	8	7
1	123	100	—	—	—	—
2	104	111	2	22	6	12
3	94	113	1	28	8	17
4	85	114	1	27	4	17
6	72	110	2	33	7	14
8	58	100	5	23	10	9
11	—	78	2	12	4 черенка погибли, корней нет	
14	39	74	Почки не проросли, корней нет			
18	42	55	„	„	„	„

На контрольных черенках почки тронулись в рост на четвертые сутки, а на подсушенных в течение 2—6 дней — на первые — вторые. У подсушенных черенков побеги, развившиеся из верхних почек, имели бо́льшую длину и лучше развитую корневую систему.

Следовательно, воздушная подсушка черенков тополя бальзамического в течение 2—8 суток повысила их качество, усилив энергию прорастания и интенсивность роста побегов и корней.

Чем можно объяснить лучшее прорастание черенков после их подсушивания в нашем опыте? Как известно, в конце марта и в начале апреля у побегов на деревьях наблюдается весенний минимум влажности, так как в результате резких колебаний температуры воздуха в это время испарение побегами увеличивается, а подача воды корнями еще не происходит. В это же время отмечается весенний минимум влажности почек, который с потеплением постепенно восполняется в результате перераспределения влаги в кроне. С оттаиванием почвы и началом сокодвижения повышается влажность всего дерева.

В опыте, во время подсушки черенков, дополнительное обезвоживание клеток до определенного предела привело также к усилению процесса гидролиза, к накоплению сахаров в почках, что увеличило их сосущую силу и вызвало возрастание влажности почек в первые дни сушки. А накопление сахаров в живых тканях повысило интенсивность роста побегов и корней.

В контрольных черенках, поставленных сразу в воду, влажность в тканях быстро возросла, и из-за дополнительного обезвоживания тканей ускорения процесса гидролиза не произошло. Поэтому и накопление сахаров шло значительно медленнее. В результате энергия прорастания контрольных черенков оказалась пониженной.

Таким образом, предварительная подсушка явилась как бы «предпосадочной обработкой» посадочного материала, повысившей качество черенков.

Поступила в редакцию
23 апреля 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.812

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

О СВОБОДНОЙ И СВЯЗАННОЙ ВОДЕ В ОТТАИВАЮЩЕЙ ДРЕВЕСИНЕ

В. Г. НЕСТЕРЕНКО

Доцент, кандидат технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

Вопрос о состоянии влаги в мерзлой древесине до сих пор остается неясным, что в значительной мере затрудняет тепловые расчеты. Обычно считают, что древесина при 0° С содержит такое же количество свободной воды, как и при положительных температурах. Такое представление противоречит одному из основных законов природы — закону о сохранении и превращении энергии. Процесс перехода из твердого состояния в жидкое и из жидкого в газообразное связан с затратами энергии (тепла). Однако эти затраты не одинаковы. Теплота плавления льда равна 80 *ккал/кг*, а теплота испарения воды при температуре 100° С — 539 *ккал/кг*. Естественно поэтому ожидать, что соотношения между свободной и связанной водой при изменениях температуры и фазовых превращениях не остаются постоянными.

Исследуя температурное поле ствола и сучьев деревьев в процессе их охлаждения, мы обнаружили интересные закономерности, которые позволяют с новой точки зрения подойти к оценке количества свободной воды в древесине при 0° С. Исследованию были подвергнуты отрезки свежесрубленных стволов деревьев диаметром 10—12 *см* с сучьями толщиной от 2 до 4 *см*.

Эти образцы с начальной температурой + 16—20° С помещали в холодильную камеру с постоянной температурой —30 и —40° С. В процессе охлаждения с помощью медь — константановых термопар измеряли температуру в центре ствола и сучка, а также на их поверхности.

На рис. 1, *а* приведена одна из термограмм, характеризующая изменение температуры с течением времени. Как видно из рисунка, процессы охлаждения ствола и сучьев носят различный характер.

При охлаждении ствола температура в начальной стадии быстро падает до 0°. Дальнейшее охлаждение происходит при почти постоянной температуре, практически близкой к 0°. В течение этого времени свободная вода переходит из жидкого состояния в твердое.

В конечной стадии температура снова снижается, стремясь к температуре, поддерживаемой в холодильной камере. Описанный характер замерзания стволовой древесины известен давно.

Иная картина наблюдается при охлаждении сучьев. В ряде опытов не удавалось обнаружить горизонтальные участки кривых, характеризующих замерзание свободной воды в сучьях. В других случаях кривые вблизи 0° имели небольшой перегиб. Это явление может быть

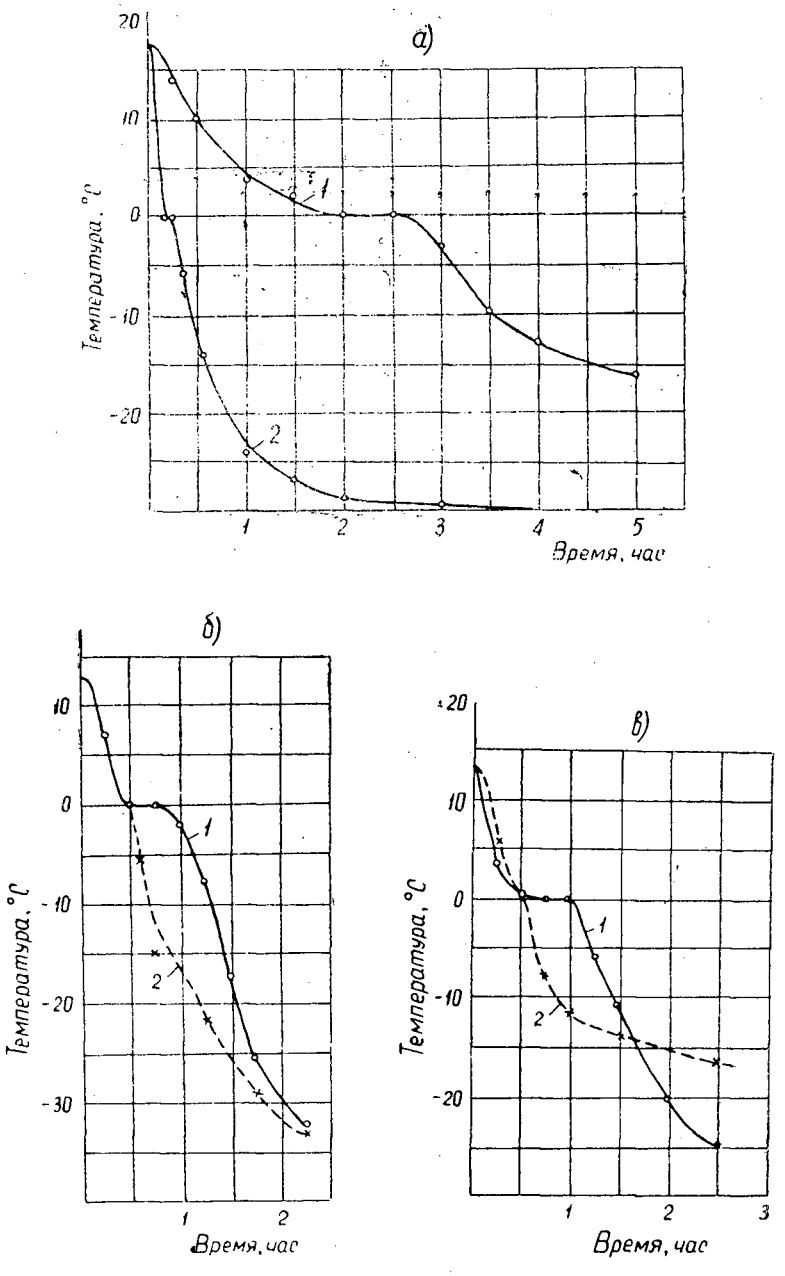


Рис. 1. Термограммы охлаждения стволов и сучьев деревьев.

а) *1* — ось ствола (d=100 *мм*); *2* — ось сучка (d=26 *мм*); *б)* *1* — ось ствола (d=48 *мм*); *2* — ось сучка (d=48 *мм*); *в)* *1* — ось ствола (d=52 *мм*); *2* — ось сучка (d=56 *мм*).

объяснено только пониженным содержанием свободной воды в сучьях деревьев.

Для того чтобы убедиться, что различные размеры ствола и сучьев не оказывали влияния на результаты экспериментов, последние были повторены в несколько ином варианте. Охлаждению (замораживанию) были подвергнуты стволы и сучья одной толщины, а в отдельных

случаях диаметр сучьев превышал диаметр отрезков стволов, вырезанных из вершинной части или из стволов молодняка.

На рис. 1, *б* и 1, *в* приведены термограммы, полученные в результате последних экспериментов. Как видно из рисунка, и в этом случае при охлаждении сучьев температура почти непрерывно снижается, а кривые, характеризующие процесс замерзания стволовой древесины, имеют горизонтальные участки, на протяжении которых происходит замерзание свободной воды в стволе дерева.

Для того чтобы дать наиболее правильное объяснение факту пониженного содержания свободной воды в сучьях деревьев при 0°, обратимся к анатомическому строению древесины.

Как известно, главную массу древесины у хвойных пород, с которыми производили эксперименты, составляют трахеиды. Их диаметр у стволовой древесины изменяется в пределах $2—4 \cdot 10^{-3}$ *см*, а толщина стенок равна $0{,}3—0{,}8 \cdot 10^{-3}$ *см*.

Стенки трахеид представляют собой непрерывную микрокапиллярную пористую ткань, образованную волокнами (фибриллами) диаметром $3—5 \cdot 10^{-5}$ *см*. Диаметр пор находится также в этих пределах.

Таким образом, микрокапилляры имеют размеры, соизмеримые с толщиной слоя связанной воды. Следовательно, в стенках трахеид и сосудов вся вода является связанной, так как находится под действием адсорбционных сил. В трахеидах же и сосудах содержится как свободная вода, так и связанная. Чем больше диаметр трахеид, тем меньше относительное содержание связанной воды в них.

Диаметр трахеид у сучьев в 3—5 раз меньше, чем у ствола дерева, и составляет примерно $10^{-3} — 5 \cdot 10^{-4}$ *см*. Следовательно, в стволе дерева (по сравнению с сучьями) значительно меньшая часть влаги, содержащейся в трахеидах, находится под действием адсорбционных сил. Изучение термограмм позволило нам выяснить лишь качественную сторону явлений, происходящих при замораживании (оттаивании) древесины. В целях определения количества связанной воды в оттаивающей (промерзающей) древесине и уточнения значений ее удельной теплоемкости при отрицательных температурах были проведены специальные калориметрические исследования стволовой древесины сосны, ели и еловых сучьев.

Измерения для всех пород производили в двух сериях: в диапазоне температур от —20—22° С до + 18—20° С и от —3—5° С до + 18—20° С. Это позволило уточнить величину теплоемкости свежесрубленной древесины в области отрицательных температур. Небольшие колебания начальной и конечной температур объясняются изменениями температуры плавления льда из водных растворов соли различной концентрации и температуры калориметрической жидкости (воды).

При исследовании был использован жидкостный калориметр с изотермической оболочкой и вертикальной мешалкой. Емкость сосуда — 3 *л*. Сосуд и мешалка латунные, поверхность их хромирована. Температуру оболочки измеряли ртутным термометром с точностью 0,1° С, а разность температур в процессе опыта — термометром Бекмана с точностью 0,001°. В качестве калориметрической жидкости использовали дистиллированную воду.

Продолжительность каждого опыта составляла 30—60 *мин.* Отсчеты брали ежеминутно. Время определяли по секундомеру. Воду и образцы взвешивали на технических весах с точностью 0,01 *г*. Для образцов (весом 30—70 *г* каждый) использовали свежесрубленную древесину сосны и ели. Образцы из сучьев имели цилиндрическую форму, а из стволовой древесины в сечении — форму сектора и изготовлялись из

стволов молодых деревьев диаметром 8—10 *см*, не содержащих спелой древесины. Кору во всех случаях снимали. Средняя толщина годичных слоев у ели равнялась 1,25—1,5 *мм*, у сосны — 2—2,5 *мм*, а у еловых сучьев — 0,33—0,5 *мм*.

Образцы охлаждали в тающем льду из водных растворов поваренной соли различной концентрации. Температура плавления такого льда находилась в указанных выше пределах.

К торцам образцов прикрепляли шурупами свинцовые противовесы в форме дисков. Назначение их состояло в том, чтобы обеспечить устойчивое положение образцов в калориметрическом сосуде и исключить возможность всплывания последних. Для предохранения от пропитки древесины водными растворами соли на образцы надевали тонкие резиновые чехлы. Образцы находились в тающем льду в течение 4—5 *час*, что в 2—3 раза превышало время, необходимое для практически полного выравнивания температуры. Последнее определяли на контрольных образцах с помощью медь — константановых термопар, помещаемых в центре образцов. Температуру тающего льда измеряли спиртовым лабораторным термометром с точностью 0,1°.

В начале главного периода опыта замороженный образец (без чехла) опускали в калориметрический сосуд. На перенос образца из сосуда с тающим льдом в калориметр затрачивали 5—8 *сек*. Сводные результаты калориметрических измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Порода и серия опытов	Средний вес образцов, *г*	Средняя влажность, %	Средняя начальная температура, °С	Средняя конечная температура, °С	Разность температур, °С	Средний тепловой эффект опытов, *кал*	Среднее теплопотребление, *кал/г · град*
Ель, I серия	45,32	91,5	—21,5	18,6	40,1	2144	1,18
„ II „	50,41	89,9	—3,6	18,9	22,5	1762	1,57
Сосна, I серия	45,08	133,1	—21,8	17,9	39,7	2526	1,41
„ II „	53,38	130,1	—4,7	18,7	23,4	2529	2,03
Сучья ели, I серия	51,00	72,1	—21,5	18,9	40,4	2090	1,01
Сучья ели, II серия	57,93	72,2	—3,8	18,3	22,1	1523	1,19

Среднее теплопотребление древесины определено как частное от деления теплового эффекта опыта на вес образца и разность температур, наблюдавшихся при опыте. Таким образом, среднее теплопотребление включает в себя долю теплоты плавления льда в древесине, приходящуюся на один градус нагревания (охлаждения) древесины.

В каждую серию входило по 10 опытов. Во всех случаях средняя арифметическая величина теплопотребления определена с точностью 1,5—3,0%.

Из сопоставления результатов измерений видно, что среднее теплопотребление стволовой древесины ели в диапазоне температур от —3,6 до + 18,9° намного выше, чем в диапазоне от —21,5 до + 18,6°. Если пренебречь незначительной разностью в средней влажности образцов I и II серий опытов с елью, то сопоставление результатов калориметрических измерений для этих серий позволит нам определить теплоемкость еловой древесины в диапазоне отрицательных температур. Точнее эту теплоемкость назвать кажущейся, поскольку охлаждение древесины при отрицательных температурах сопровождается не-

прерывным процессом замерзания связанной воды. Уравнение теплового баланса для 1 *г* еловой древесины имеет следующий вид:

$$q_{\text{I}}\Delta t_{\text{I}} = q_{\text{II}}\Delta t_{\text{II}} + C'_{\text{отр}}\Delta t_{\text{III}}, \qquad (1)$$

где q_{I} — среднее теплопотребление древесины в I серии измерений, *кал/г · град*;

q_{II} — то же во II серии измерений;

Δt_{I} — средняя разность температур в I серии измерений, ° С;

Δt_{II} — то же во II серии;

Δt_{III} — разность между средними значениями начальной температуры в I и II сериях измерений, ° С;

$C'_{\text{отр}}$ — кажущаяся удельная теплоемкость древесины в области отрицательных температур, *кал/г · град*.

Решая уравнение (1) относительно $C'_{\text{отр}}$ и подставляя из табл. 1 соответствующие значения величин, получаем

$$C'_{\text{отр}} = 0{,}67 \textit{кал/г} \cdot \textit{град}.$$

Теплофизические свойства древесины в области отрицательных температур изучены недостаточно. Полученное нами значение кажущейся удельной теплоемкости значительно выше, чем по данным К. Р. Кантера [1]. Такое большое расхождение не может быть объяснено малой точностью измерений. Вероятно, мгновенный источник тепла, полученный от электрического нагревателя, вызывает во влажной и мерзлой древесине (не являющейся к тому же диэлектриком) фазовые превращения воды, которые исказили результаты опытов К. Р. Кантера. Определим теперь количество свободной воды при 0° С, содержащейся в свежесрубленной стволовой древесине ели с влажностью 90% (I серия опытов).

Среднее удельное теплопотребление древесины, как уже было отмечено, включает в себя также теплоту плавления льда из свободной воды, замерзающей при температуре около 0° С. Поэтому уравнение теплового баланса может быть представлено в следующем виде:

$$q_{\text{I}} = C_{\text{пол}}\frac{(t_{\text{к}} - 0)}{\Delta t_{\text{I}}} + C'_{\text{отр}}\frac{(0 - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{I}}} + \frac{\rho}{\Delta t_{\text{I}}}n, \qquad (2)$$

где $C_{\text{пол}}$ — теплоемкость древесины в области положительных температур, *кал/г · град* (по данным К. Р. Кантера, в условиях опыта, $C'_{\text{пол}} = 0{,}72$ *кал/г · град*);

$t_{\text{н}}$ — средняя начальная температура опытов, ° С;

$t_{\text{к}}$ — средняя конечная температура опытов, ° С;

ρ — теплота плавления льда, *кал/г*;

n — относительное содержание свободной воды в 1 *г* древесины.

Остальные обозначения прежние.

Решая уравнение (2) относительно n и подставляя из табл. 1 значения входящих в него величин, получаем $n = 0{,}244$.

При 91,5%-ной влажности 1 *г* свежесрубленной древесины содержит 0,478 *г* воды. Следовательно, свежесрубленная ель при 0° С содержит в себе 51,2% свободной воды.

Таким образом, примерно половина содержащейся в еловой свежесрубленной древесине воды находится при температуре 0° С в связанном состоянии. Связанная вода замерзает в древесине постепенно: сначала наиболее удаленные от стенок клеток слои рыхлосвязанной воды, далее следующие, расположенные ближе к стенкам клеток и т. д.

Исследованный автором характер изменения хрупкости свежесрубленных сучьев при низких температурах [2] дает основание предполо-

жить, что процесс замерзания связанной воды продолжается даже при температуре жидкого азота (—196° С).

Аналогичным образом для стволовой древесины сосны и еловых сучьев определены количество свободной воды и кажущаяся удельная теплоемкость в области отрицательных температур (по данным табл. 1). Окончательные результаты расчетов помещены в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Средняя влажность (с округлением), %	Количество свободной воды в древесине при 0°С, %	Кажущаяся теплоемкость в области отрицат. температур, *кал/г · град*
Сосна (ствол дерева)	130	68,7	0,50
Ель (ствол дерева)	90	51,2	0,67
Еловые сучья	70	31,4	0,82

Обычно считают, что при $t = 20°$ С свежесрубленная древесина содержит 30% связанной (гигроскопической) воды. Следовательно, в древесине со 100%-ной влажностью содержится 70% свободной воды.

Как видно из табл. 2, количество свободной воды в древесине при 0° С значительно меньше, чем при положительных температурах. Это объясняется тем, что при испарении молекулам воды сообщается примерно в шесть раз больше энергии, чем при плавлении. Резкое возрастание энергии молекул приводит к тому, что адсорбционные силы, действующие в наиболее отдаленных от стенок трахеид рядах молекул связанной воды, уже не в состоянии удерживать их, и часть рыхлосвязанной воды переходит в свободное состояние.

Как известно, теплоемкость не зависит ни от породы, ни от объемного веса древесины. Из табл. 2 видно, что с уменьшением влажности и содержания свободной воды кажущаяся теплоемкость древесины в области отрицательных температур увеличивается. Охлаждение свежесрубленной древесины — сложный физический процесс. Вместе с древесиной охлаждается и лед, образовавшийся при замерзании свободной воды. Теплоемкость льда равна 0,5 *кал/г · град*. Это обстоятельство, на что обратил внимание П. С. Серговский [3], способствует снижению кажущейся теплоемкости древесины. Чем больше содержание свободной воды, тем меньше кажущаяся теплоемкость.

Несомненно, что на изменения кажущейся теплоемкости древесины при отрицательных температурах оказывает влияние и непрерывный процесс замерзания связанной воды. Но пока мы очень мало знаем о закономерностях этого процесса.

Несмотря на значительный объем калориметрических исследований, полученные результаты носят, в известной мере, предварительный характер. Для получения более ясной картины о состоянии воды в мерзлой древесине необходимо провести дополнительные исследования с ядровой и заболонной древесиной в диапазоне температур от 0 до —40—50° С.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. К. Р. Кантер. О тепловых свойствах древесины. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 7, 1957. [2]. В. Г. Нестеренко. Влияние низких температур на хрупкость сучьев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965. [3]. П. С. Серговский. Гидротермическая обработка древесины. Гослесбумиздат, 1958.

Поступила в редакцию
2 октября 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.307 : 634.0.323.2

К РАСЧЕТУ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИЖИМА И ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

С. А. БОРОВСКИЙ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

В существующих установках для обрезки сучьев наиболее ответственными узлами являются режущий орган и механизм подачи хлыстов. Изучение протаскивания с заданными усилиями особенно важно при продольной подаче хлыстов для машин со статическим режущим устройством [6]. Распространенным вариантом конструкции механизма подачи в этом случае является система с гусеничным движителем. Для обеспечения оптимальных условий работы подающего механизма необходимо располагать данными о соответствующих рабочих характеристиках подающих элементов гусеничного движителя. К числу их относятся: а) величина и характер изменения средних удельных нагрузок на площади элемента с поверхностью образца; б) критическое усилие прижима и предельная средняя удельная нагрузка (в режиме динамического проскальзывания); в) показатели сцепных свойств подающих элементов.

За критическое усилие прижима нами принята такая величина, при достижении которой происходит разрушение периферийных слоев древесины (результат комплексного воздействия нормальных и касательных сил).

Рассмотрим основные характеристики взаимодействия при прижиме элемента к хлысту. Анализ проведем при следующих допущениях: усилие прижима элемента имеет радиальное направление; образец в поперечном сечении круглый, направление подачи параллельно продольной оси образца; подающий элемент абсолютно жесткий, деформируется только образец. В общем случае величина средней удельной нагрузки определяется из выражения

$$q = \frac{P}{S}\ н/м^2, \qquad (1)$$

где P — усилие прижима;

S — величина проекции геометрической площади контакта на плоскость, перпендикулярную направлению действия усилия прижима (в дальнейшем именуемая просто расчетной площадью контакта).

Предположим, что мы имеем прямой трапецеидальный элемент (тип I, рис. 1), который под действием усилия прижима внедрился в

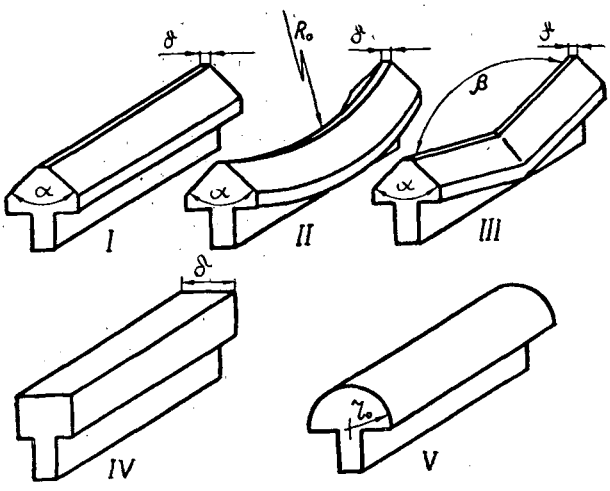

ϑ
R₀
ϑ
ϑ
β
α
α
α
I
II
III
δ
r₀
IV
V

Рис. 1.

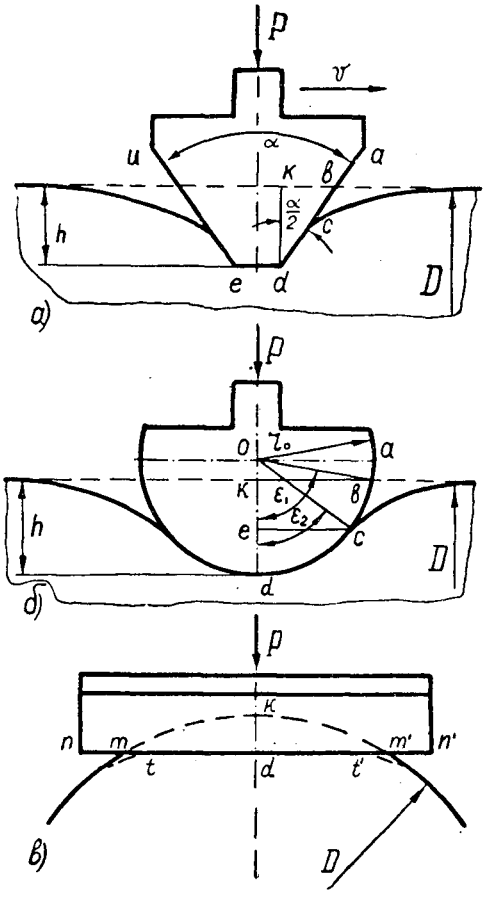

P
v
u
α
a
K
в
α/2
c
h
e
d
D
а)
P
O
r₀
a
K
в
ε₁
ε₂
h
e
c
D
d
б)
P
K
n
m
m'
n'
t
d
t'
в)
D

Рис. 2.

образец на некоторую глубину (рис. 2, *а* и *б*). Учитывая направление подачи, будем считать, что нагрузка на образец передается гранями элемента *ad* и *de*. При этих допущениях для расчетной площади контакта получено следующее приближенное выражение:

$$S \approx \sqrt{D \cdot h} \cdot \left(h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 2\delta\right) \cdot 10^{-4} \ м^2, \qquad (2)$$

где D — диаметр образца, *см*;
h — глубина внедрения элемента, *см*;
δ — ширина горизонтальной опорной грани элемента ($\delta = de$, рис. 2, *а*);
α — угол между боковыми гранями элемента *da* и *eu*.

Полученное выражение справедливо при условии, когда образец обладает изотропными свойствами.

Для древесины характерна резко выраженная анизотропия физико-механических свойств вдоль и поперек волокон [4], [5], [2]. Прочностные свойства коры значительно ниже, чем у древесины [1]. В силу этих обстоятельств основную нагрузку при прижиме элемента несут волокна древесины, работающие на растяжение вдоль и изгиб поперек волокон. В этих условиях реальная площадь контакта будет отличаться от рассчитанной по формуле (2). Для учета этого изменения нами в расчетные выражения введены поправочные коэффициенты φ и λ. Коэффициент φ характеризует величину изменения продольной составляющей площади контакта, а λ — поперечной (соответственно отрезкам *bd* и *mm'* — рис. 2). С учетом поправок формула (2) приобретает следующий вид:

$$S \approx \sqrt{D \cdot h} \cdot \left(h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \varphi + 2 \cdot \delta \cdot \lambda\right) \cdot 10^{-4} \ м^2. \qquad (3)$$

Для других основных геометрических типов подающих элементов (рис. 1, типы II — V) нами были аналитически получены следующие приближенные выражения для определения расчетной площади контакта:

трапецеидальный изогнутый — тип II

$$S \approx \sqrt{D \frac{2 \cdot R_0 \cdot h}{2 \cdot R_0 - D}} \left(h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \varphi + 2 \cdot \delta \cdot \lambda\right) \cdot 10^{-4} \ м^2; \qquad (4)$$

трапецеидальный *V*-образный — тип III

$$S \approx 2 \sqrt{D \cdot h \cdot \sin \frac{\beta}{2}} \cdot \sin \frac{\beta}{2} \left(h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\beta}{2} \cdot \varphi + 2 \cdot \delta \cdot \lambda\right) \cdot 10^{-4} \ м^2; \qquad (5)$$

прямой прямоугольный — тип IV

$$S \approx 2 \sqrt{D \cdot h} \cdot \delta \cdot \lambda \cdot 10^{-4} \ м^2; \qquad (6)$$

прямой сегментальный — тип V (если принять, что расчетная площадь контакта — эллипс)

$$S \approx \pi \cdot \sqrt{D \cdot (2 \cdot r_0 - h)} \cdot h \cdot \varphi \cdot 10^{-4} \ м^2, \qquad (7)$$

в этих формулах R_0 — радиус образующей дуги изогнутого элемента, *см*;
β — угол развала элемента;
r_0 — радиус образующей дуги кругового сегмента, *см*.

Для определения средней удельной нагрузки и характера ее зависимости от усилия прижима

$$q = F(P) \ н/м^2 \tag{8}$$

необходимо установить закономерности изменения основных составляющих данной зависимости

$$h = Z(P) \ см; \tag{9}$$

$$S = \Omega(P) \ м^2. \tag{10}$$

Аналитический расчет зависимости (9) затруднителен.

Для определения реальных значений характеристик силового взаимодействия подающего элемента с древесиной были проведены комплексные экспериментальные исследования на специально изготовленной в лабораториях ЛТА установке. Установка и методика исследований были разработаны с учетом требований, обеспечивающих максимальное приближение воспроизводимого процесса к реальным условиям. Экспериментальная установка позволяла как раздельно, так и комплексно измерять следующие показатели взаимодействия отдельного подающего элемента гусеничного движителя с неокоренным образцом: усилие прижима; величину внедрения элемента в образец; наибольшую силу сцепления.

Основные технические характеристики установки:

Число одновременно регистрируемых процессов — 3

Диапазон регулируемого и измеряемого усилия прижима — 200÷78000 *н*

Диапазон измеряемого усилия сцепления — 0÷24500 *н*

Диапазон измерения углубления элемента — 0÷50 *мм*.

Для исследований использовали образцы неокоренной древесины ели и осины, соответствовавшие свежесрубленному состоянию. Диаметр образцов 25 *см*, длина 100 *см*. Опытные данные об основных физико-механических свойствах приведены в табл. 1 (измерения проводили по методике ГОСТа 6336—52, размерность величин устанавливали по ГОСТу 7664—61).

Таблица 1

Характеристика свойств	Размерность	Ель	Осина
Влажность древесины (заболонь) $W_{абс}$	%	120÷170	100÷140
Влажность коры $W_{абс}$	»	120÷160	110÷140
Объемный вес древесины γ_{15}	$\frac{кн}{м^3}$	4,4÷4,8	4,3÷4,8
Твердость древесины (радиальная) H_{15}	$\frac{Мн}{м^2}$	19,6÷22,5	20,0÷23,0

Экспериментально было изучено 16 вариантов подающих элементов пяти основных типов (рис. 1). Геометрические характеристики элементов приведены в табл. 2.

Элементы были изготовлены из углеродистой стали, чистота поверхности соответствовала шестому классу (ГОСТ 2789—59).

Основные исследования проводили в диапазоне изменения усилий прижима от 735 до 19400 *н*. Эмпирические зависимости (9) определяли по данным, полученным при комплексных исследованиях сцепных свойств элементов. В результате статистической обработки полученных экспериментальных данных было найдено 32 корреляционных уравнения связи [3]. Для еловых образцов эти зависимости приведены

Таблица 2

Условное обозначение элемента		Геометрические характеристики профиля				
тип	вариант	α, *град*	β, *град*	δ, *мм*	R_0, *мм*	r_0, *мм*
I	1	60	—	2	—	—
	2	90	—	2	—	—
	3	120	—	2	—	—
	4	135	—	2	—	—
	5	135	—	5	—	—
	6	135	—	10	—	—
	7	135	—	20	—	—
II	8	135	—	2	300	—
III	9	135	130	2	—	—
	10	135	150	2	—	—
IV	11	0	—	10	—	—
	12	0	—	30	—	—
	13	0	—	60	—	—
V	14	—	—	—	—	8
	15	—	—	—	—	15
	16	—	—	—	—	30

в табл. 3. Для образцов из неокоренной осины аналогичные зависимости имеют подобный характер.

Чтобы определить реальную расчетную площадь контакта, мы провели серию опытов для установления величины коэффициентов φ и λ.

Действующие величины продольной и поперечной составляющих находили путем измерения соответствующих размеров отпечатка геометрической площади контакта на элементе.

Для образования отпечатка использовали тонкий слой мелкодисперсной краски.

Численные значения коэффициентов определяли из следующих выражений:

для трапецеидальных элементов (рис. 2, *а*)

$$\varphi = \frac{cd}{bd} = \frac{(ad - ac \cdot \cos\frac{\alpha}{2}}{h};$$

для сегментальных (рис. 2, *б*)

$$\varphi = \frac{ce}{bk} = \frac{\sin\varepsilon_2}{\sin\varepsilon_1} = r_0 \frac{\sin\left[90^\circ\left(1 - \frac{2 \cdot l}{\pi \cdot r_0}\right)\right]}{\sqrt{l \cdot r_0 \cdot h - h^2}},$$

где ad — ширина боковой грани элемента, *мм*;

ac — расстояние от базовой точки отсчета до начала контакта боковой грани с поверхностью образца (измеряемая величина), *мм*;

h — глубина внедрения элемента, *мм*;

l — расстояние по образующей дуге сегмента от базовой точки отсчета до начала контакта элемента с образцом (измеряемая величина), *мм*.

Для прямых элементов значение коэффициента λ находили по выражению (рис. 2, *в*).

$$\lambda = \frac{tt'}{mm'} = \frac{nn' - (nt + n't')}{2\sqrt{D \cdot h}},$$

где nn' — длина элемента, *мм*;

nt и $n't'$ — расстояния от краев элемента до начала контакта грани de с поверхностью образца (измеряемые величины), *мм*.

Для каждого элемента производили по 16 измерений в диапазоне нагрузок от 3500 до 19400 *н*. Анализ результатов измерений показал, что значения коэффициента φ определяются геометрией элемента в направлении подачи и свойствами образца. Изменение величины усилия прижима и порода сказываются незначительно. Основные статистики

Таблица 3

Вариант элемента	Корреляционное уравнение	Основная ошибка уравнения
1	$h = 0{,}4 + 1{,}45 \cdot 10^{-3} P - 3{,}96 \cdot 10^{-8} \cdot P^2$	± 0,5
2	$h = 18{,}9^{-1} \cdot P^{0{,}567}$	± 0,4
3	$h = 65{,}3^{-1} \cdot P^{0{,}679}$	± 0,5
4	$h = 0{,}3 + 0{,}97 \cdot 10^{-3} \cdot P - 2{,}16 \cdot 10^{-8} \cdot P^2$	± 0,3
5	$h = 46{,}2^{-1} \cdot P^{0{,}614}$	± 0,3
6	$h = 0{,}2 + 0{,}59 \cdot 10^{-3} \cdot P - 0{,}29 \cdot 10^{-12} \cdot P^3$	± 0,2
7	$h = 0{,}1 + 0{,}36 \cdot 10^{-3} \cdot P$	± 0,3
8	$h = 0{,}74 + 0{,}39 \cdot 10^{-3} \cdot P + 1{,}93 \cdot 10^{-8} \cdot P^2 - 0{,}9 \cdot 10^{-12} \cdot P^3$	± 0,2
9	$h = 0{,}4 + 0{,}39 \cdot 10^{-3} \cdot P$	± 0,3
10	$h = 0{,}4 + 0{,}39 \cdot 10^{-3} \cdot P$	± 0,4
11	$h = 0{,}2 + 0{,}76 \cdot 10^{-3} \cdot P - 0{,}78 \cdot 10^{-8} \cdot P^2$	± 0,5
12	$h = 0{,}1 + 0{,}55 \cdot 10^{-3} \cdot P$	± 0,3
13	$h = 0{,}2 + 0{,}46 \cdot 10^{-3} \cdot P - 0{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot P^2$	± 0,2
14	$h = 0{,}5 + 0{,}67 \cdot 10^{-3} \cdot P - 1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot P^2$	± 0,5
15	$h = 292{,}4^{-1} \cdot P^{0{,}816}$	± 0,4
16	$h = 0{,}4 + 0{,}56 \cdot 10^{-3} \cdot P - 0{,}29 \cdot 10^{-12} \cdot P^3$	± 0,3

Примечание. Единицы измерения: P — *н*; h — *мм*.

Таблица 4

Номера вариантов элементов	Статистики характеристик						Средняя удельная нагрузка при $P = P_{кр}$, *Мн/м²*
	φ			$P_{кр}$, *кн*			
	M	σ	m	M	σ	m	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,90	±0,06	±0,015	6,40	±0,431	±0,176	17,8
2	0,91	±0,05	±0,012	8,3	±0,510	±0,208	15,3
3	0,90	±0,03	±0,007	15,2	±0,735	±0,300	14,7
4	0,86	±0,07	±0,017	17,7	±0,784	±0,320	12,8
5	0,75	±0,08	±0,02	18,7	±0,842	±0,344	15,3
6	0,70	±0,10	±0,025	18,8	±0,695	±0,284	11,4
7	0,60	±0,12	±0,030	18,7	±0,725	±0,296	9,6
8	0,88	±0,05	±0,013	18,8	±0,665	±0,272	13,3
9	0,86	±0,07	±0,018	18,7	±0,558	±0,228	13,7
10	0,87	±0,07	±0,018	18,1	±0,646	±0,264	11,7
11	—	—	—	9,3	±0,421	±0,171	12,1
12	—	—	—	14,8	±0,675	±0,276	5,8
13	—	—	—	17,1	±0,823	±0,336	3,9
14	0,85	±0,06	±0,015	9,5	±0,665	±0,272	10,5
15	0,80	±0,07	±0,017	14,1	±0,745	±0,304	9,2
16	0,82	±0,06	±0,015	18,7	±0,774	±0,316	7,2

Примечание. M — среднее арифметическое значение; σ — среднее квадратическое отклонение; m — средняя ошибка величины M.

коэффициента φ приведены в табл. 4 (графы 2, 3, 4). Значения коэффициента λ определяются в основном неровностями поверхности образца. Для прямоугольных элементов λ характеризуется следующими статистиками (образцы из ели): $M = 0{,}94$; $\sigma = \pm 0{,}09$; $m = \pm 0{,}02$.

На основании полученных аналитических и эмпирических данных для каждого варианта элемента было составлено уравнение $q = F(P)$ (для образцов обеих пород). Анализ полученных данных показал, что в зависимости от типа элемента величина удельной нагрузки принимает различные значения (при $P = \text{const}$). Характерно также то, что для большинства исследованных элементов средняя удельная нагрузка остается почти одинаковой при изменении усилия прижима в широких пределах (от 5000 до 19400 *н*).

Объективным показателем является величина критического усилия прижима отдельного элемента к образцу. Экспериментальными исследованиями установлено, что величина критического усилия прижима в значительной мере определяется геометрией элемента (при заданных характеристиках образца). Основные статистики критического усилия прижима для образцов из неокоренной ели приведены в табл. 4 (графы 5, 6, 7). Вероятные значения средней удельной нагрузки, вычисленные при величине критического усилия прижима $P_{кр}$, приведены в графе 8, табл. 4.

Выводы

1. Для рассмотренной группы элементов оптимальными следует считать трапецеидальные изогнутые и *V*-образные (варианты 8 и 9). Последующие исследования показали, что эти элементы характеризуются также высокими сцепными свойствами в контакте с неокоренной древесиной.

2. При расчете средних удельных нагрузок необходимо увязывать силовые параметры с профильными характеристиками подающих элементов гусеничного движителя.

3. Для обеспечения сохранности древесины при подаче усилие прижима отдельного элемента движителя должно быть ниже критического.

4. В целях максимального использования несущей способности древесины целесообразно увеличивать поперечную составляющую площади контакта.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. В. Житков. Подготовка древесины к окорке тупыми инструментами замочкой в воде. ЦНИИЛесосплава, Техническая информация 125, Л., 1958. [2]. Н. Л. Леонтьев. Упругие деформации древесины. Гослесбумиздат, 1952. [3]. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. Физматгиз, 1961. [4] Л. М. Перелыгин. Древесиноведение. Изд-во «Советская наука», 1957. [5]. Труды Института леса АН СССР, Т. 4, 1949. [6]. Труды ЦНИИМЭ, т. XXX, М., 1961.

Поступила в редакцию
16 апреля 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.383.9

ВЛИЯНИЕ БАЛЛАСТА НА СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ УЗКОКОЛЕЙНОГО ТЕМПЕРАТУРНО НАПРЯЖЕННОГО ПУТИ ВЫБРОСУ

В. А. ЛАПТЕВ

Старший научный сотрудник

(ПромтрансНИИпроект)

Б. И. КУВАЛДИН

Доцент, кандидат технических наук

(Московский лесотехнический институт)

Сопротивление балластного слоя перемещениям рельсо-шпальной решетки является основным силовым фактором, определяющим устойчивость узкоколейного пути.

Рельсо-шпальная решетка узкоколейного пути с обычным стандартным прикреплением рельсов к шпалам имеет рабочие и нерабочие узлы. В процессе изгиба решетки возникает реактивный момент сопротивления, в результате чего шпалы поворачиваются вокруг центра рабочего узла и прижимаются к балласту одной боковой поверхностью. Одновременно на другую боковую поверхность балласт оказывает меньшее давление. Кроме того, рельсы в процессе изгиба поперечной силой протаскиваются между шпальными прикрепителями, воздействуя тем самым на шпалы, которые совершают сложное движение.

Для определения функций сопротивления шпал сдвигу поперек пути в процессе изгиба путевой решетки проведем следующий анализ.

Зависимость сопротивления перемещению от величины сдвига без учета начальных сопротивлений можно аппроксимировать формулой

$$P_{ш} = Cy^{ф}, \tag{1}$$

где $P_{ш}$ — сдвигающее усилие, *кГ*;

C — сдвигающее усилие, потребное для сдвига шпалы на единицу изменения аргумента функции, *кГ/см* ;

ф — коэффициент, характеризующий крутость кривой;

y — величина сдвига шпал, *см*.

Работа, совершаемая этой силой, определяется формулой по С. П. Першину [4]

$$A_c = \frac{Cy^{ф+1}\varepsilon'' l}{a(ф+1)}, \tag{2}$$

где A_c — работа по преодолению сопротивления балласта;

ε'' — постоянная интегрирования;

a — расстояние между шпалами, *см*;

l — длина изогнутой части исследуемого звена, *см*.

Уравнение равновесия при изгибе рельсового звена имеет вид

$$A_п = A_{2р} + A_м + A_с, \tag{3}$$

где $A_п$ — работа звена пути по определению всех видов сопротивления в процессе изгиба от действия поперечной силы;

$A_м$ — работа реактивных моментов сопротивления в узлах рельсо-шпальной решетки;

$A_{2р}$ — работа двух рельсов в процессе изгиба.

Если изогнуть уложенную на ролики рельсо-шпальную решетку, зацепленную по концам, то уравнение равновесия принимает вид

$$A_б = A_м + A_{2р}, \tag{4}$$

где $A_б$ — работа рельсового звена как составной балки.

С учетом этого равенства уравнение (3) принимает вид

$$A_п = A_б + A_с. \tag{5}$$

Зависимость полного изгибающего усилия от прогиба звена можно выразить формулой

$$P_1 = P_0' f^m, \tag{6}$$

где P_1 — изгибающее усилие, *кГ*;

P'_0 — усилие, необходимое для прогиба звена пути на 1 *см*, *кГ/см*;

f — прогиб звена в пути, *см*;

m — коэффициент, характеризующий крутость кривой изгиба.

Зависимость изгибающего усилия от прогиба при расположении рельсо-шпальной решетки на роликах можно выразить аналогично

$$P_2 = P_0'' f^n, \tag{7}$$

где P_2 — усилие, необходимое для изгиба в горизонтальной плоскости рельсо-шпальной решетки, расположенной на роликах;

P''_0 — усилие, вызывающее прогиб рельсо-шпальной решетки в 1 *см*:

n — коэффициент, характеризующий крутость кривой изгиба.

Если работу, производимую усилиями P_1 и P_2, описать интегралами, в которых подынтегральными функциями будут выражения (6) и (7), то на основании уравнений (4) и (5) можно получить формулу

$$P_ш = Cy^ф = \left(\frac{P_0' f^m}{m+1} - \frac{P_0'' f^n}{n+1}\right) \cdot \frac{a(ф+1)}{\varepsilon'' l}, \tag{8}$$

здесь ε'' — постоянная интегрирования, зависящая от вида функции, описывающей форму изгиба.

Учитывая реальный фактор непостоянства сопротивления среды, в которой сдвигаются шпалы, необходимо было более точно определить степень влияния различных факторов на устойчивость пути.

Для исследования этого вопроса мы провели большую серию опытов.

Летом 1963 и 1964 гг. были изучены поперечный сдвиг стандартных деревянных шпал и изгиб звена пути на действующих путях ужд лесокомбината «Осмолода», а также на путях ужд Пайского леспромхоза КАССР (шпалы узкоколейные необрезные, полученные разреза-

нием пополам шпал типа III-Б нормальной колеи). При этом было проведено 162 опыта по сдвиганию одиночных незагруженных шпал в песчаном балласте и 60 опытов в щебеночном балласте.

Полученные зависимости могут быть аппроксимированы по формуле (1) и для нашего случая имеют вид
при щебеночном балласте

$$P_{ш} = 153y^{\frac{1}{4}};$$

при сдвиге шпал в песчаном балласте (Пайская ужд)

$$P_{ш} = 220y^{\frac{1}{7}}$$

Сопротивление сдвигу поперек пути тяжелых нестандартных шпал Пайской ужд в песчаном балласте больше, чем стандартных узкоколейных шпал в щебеночном.

Было изучено влияние плеча балластной призмы (в опытах его принимали равным 10, 20, 30, 40 и 50 *см*) на величину сопротивляемости шпал.

Сдвиг плеча шпалы производили до 20 *мм*, с регистрацией подвижек через каждый миллиметр. В процессе проведения опытов, в случае щебеночного балласта было замечено постоянное возрастание сдвигающего усилия в зависимости от величины сдвига шпал.

При исследовании песчаной призмы сдвигающее усилие резко возрастало примерно до величины сдвига 5—8 *мм*, затем оно даже несколько уменьшалось. Это явление объясняется тем, что при сдвиге шпал на расстояние 5—8 *мм* либо обрушивается плечо балластной призмы, либо выпирает клин ограниченной ширины. Близкие результаты получил К. М. Щепотин [5]. Он проводил опыты в асбестовом балласте со шпалами нормальной колеи.

Мы исследовали влияние различных поперечных сечений шпал на сопротивление сдвигу песчаной балластной призмы. Для этого проводили специальные опыты, при которых плечо балластной призмы сдвигали так же, как при изучении влияния ширины плеча на сопротивляемость балластной призмы сдвигу, однако размеры плеча оставались постоянными.

Имитация сдвига плеча шпалами различного поперечного сечения достигалась сменой насадки у одной и той же шпалы. Были изготовлены специальные насадки, размеры которых соответствовали форме поперечных сечений различных типов шпал. Результаты опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Площадь поперечного сечения, *см*²	Площадь поперечного сечения, %	Усилие поперечного сдвига шпал	Усилие, приходящееся на 1 *см*² площади поперечного сечения	Процент повышения сопротивления шпал поперечному сдвигу
213,8	100	23,5	0,108	100
253,0	118	29,3	0,115	125
320,0	150	37,0	0,115	159

Опытами также была установлена зависимость между коэффициентом трения деревянных шпал о балласт и величинами подвижек шпал. Шпалу сдвигали по балласту и регистрировали усилия через

каждый миллиметр сдвига. Зарывания торца шпалы в балласт не происходило. Коэффициент трения подсчитывали по формуле

$$\mu = \frac{P}{Q}, \tag{9}$$

где P — сдвигающее усилие, *кГ*;
Q — вес шпалы, *кГ*.

Полученный коэффициент μ является несколько условной величиной, но именно он необходим для расчетов.

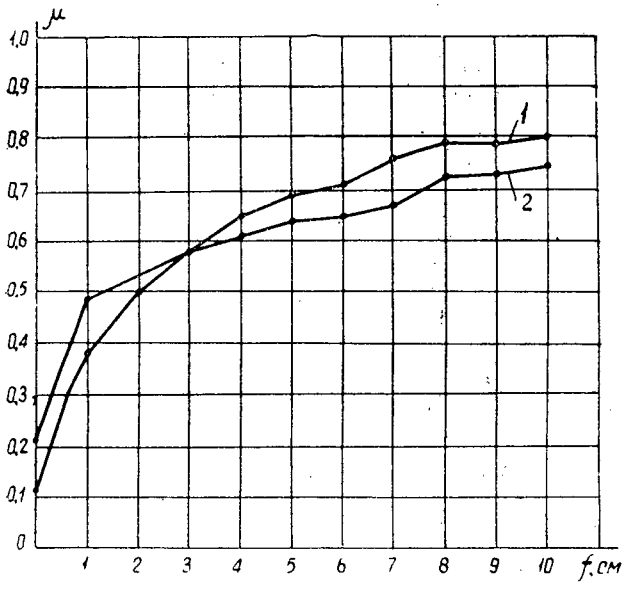


Рис. 1. Зависимость между коэффициентом трения и подвижками.

1 — щебеночный балласт; *2* — песчаный балласт.

На рис. 1 изображен график зависимости между коэффициентом трения и подвижками шпал. Из графика видно, что кривая изменения μ при песчаном балласте значительно круче, чем при щебеночном. Это можно объяснить тем, что в процессе сдвига шпала своими неровностями на нижней постели захватывает песчинки, увлекает их за собой, а они, в свою очередь, приводят в движение следующие песчинки, контактирующиеся с ними, и т. д. до того момента, пока не образуется определенная поверхность сдвига, внутренние силы которой определяются согласно теории сыпучих тел.

В процессе сдвига шпалы в щебеночном балласте не образуется такой поверхности вследствие более крупных функций, а деревянная шпала скользит по поверхности щебня.

Для выяснения зависимости между сдвигающим усилием и расстоянием между шпалами проводили опыты по одновременному сдвиганию трех шпал на специальном стенде. Расстояние между шпалами меняли в пределах от 30 до 60 *см* с градацией через 10 *см*. Изучали влияние расстояния между шпалами на величину сдвигающего усилия плеча балластной призмы. Для этого перед торцами трех шпал

устраивали общую балластную призму, и шпалы сдвигали на катках с различными расстояниями между ними. Так как опыты носили сравнительный характер, то ширина балластной призмы оставалась постоянной и равной 20 *см*. Усилие сдвига регистрировали через каждый миллиметр. Исследования проводили как при щебеночном, так и при песчаном балластах. Результаты опытов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Балласт	Сдвигающее усилие при подвижке шпалы на 10 *мм* (*кГ*) и расстояниях между шпалами (*см*)				Примечание
	30	40	50	60	
Песчаный	126	156	159	—	Шпалы длиной 1,8 *м*, поперечное сечение нормальной колеи
Щебеночный	139	161	170	191	Шпалы узкоколейные

Из таблицы видно, что сдвигающее усилие меняется в зависимости от расстояния между шпалами. Подобное явление было отмечено ранее С. П. Першиным для шпал широкой колеи [3] и объясняется трапецеидальным распределением напряжений в балласте перед торцом шпалы в процессе сдвига (рис. 2).

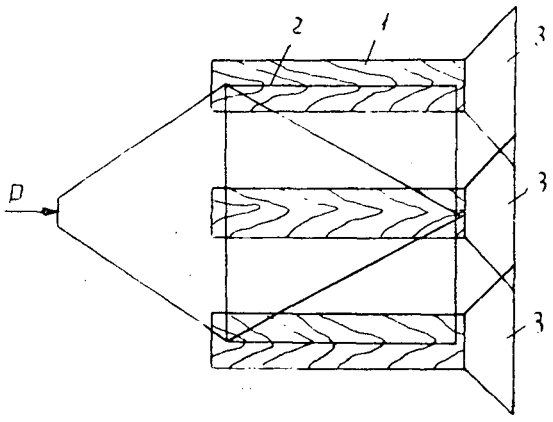


Рис. 2. Трапецеидальное распределение напряжений в плече балластной призмы.

Мы проводили также опыты по одновременному сдвигу трех шпал в балласте, но без плеча призмы. Оказалось, что для щебеночного балласта и сдвига шпал на 10 *мм* при расстоянии между шпалами 30 *см* сдвигающее усилие составляет 190 *кГ*; 40 *см* — 171 *кГ*; 50 *см* — 212 *кГ* и 60 *см* — 178,8 *кГ*. В песчаном балласте такого явления замечено не было. Повышение сдвигающего усилия при увеличении расстояния между шпалами до 50 *см* и дальнейшее его уменьшение объясняется тем, что отдельные частицы щебня сдвигаются с места под действием сил сцепления щебня со шпалой.

Необходимо было также проверить наличие зависимости сдвигающего усилия от расстояния между шпалами при комплексном воз-

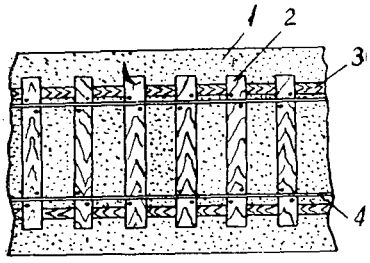


Рис. 3. Путевая решетка с распорками.

1 — балласт; *2* — шпалы; *3* — распорки; *4* — рельсы.

действии всех факторов. Для этого на стенде сдвигали одновременно три шпалы в балласте с шириной балластной призмы 20 *см*, меняя интервалы между ними от 30 до 60 *см*.

При сдвиге шпал поперек пути с различными расстояниями между ними получаются неодинаковые сдвигающие усилия [2].

Исследуя вопрос о повышении роли балласта в обеспечении стабильности пути, мы провели опыты по одновременному сдвигу трех шпал с распорками в шпальных ящиках поперек пути. Если в шпальные ящики с обеих сторон рельсо-шпальной решетки плотно установить распорки, то они, очевидно, создадут добавочное сопротивление сдвигу этой конструкции поперек пути, вследствие увеличенного лобового сопротивления. На рис. 3 изображена путевая решетка с распорками в шпальных ящиках. Распорки устанавливали размерами 40 × 10 × 5 *см*. Результаты опытов можно видеть в табл. 3.

Таблица 3

Род балласта	Сопротивление шпал сдвигу без распорок, *кГ*	Сопротивление сдвигу с распорками, *кГ*	Процент увеличения усилия
Щебень	420,8	608	42
Песок	314,1	575	83

Учитывая, что разные методики определения сопротивляемости шпал поперечному сдвигу могут дать различные характеристики, мы провели опыты по изгибу звена пути поперечной силой. Объектами изучения явились действующие пути ужд лесокомбината «Осмолода» треста «Прикарпатлес».

Путевую решетку зацепляли по концам и изгибали в горизонтальной плоскости усилием, приложенным в центре, при этом регистрировали изгибающее усилие и прогиб.

По результатам обработки опытов были вычислены функции зависимости сдвигающего усилия от величины сдвига путевой решетки по формуле (8). Соответствующие кривые приведены на рис. 4. Они хорошо аппроксимируются формулами

при изгибе путевой решетки

$$P_ш = 140y^{\frac{1}{2}};$$

при сдвиге одиночной шпалы поперек пути

$$P_ш = 153y^{\frac{1}{4}}$$

Реальные условия работы шпал во время изгиба путевой решетки несколько изменили характер кривых. Опыты мы проводили при статическом приложении нагрузок на шпалы. Однако в реальных условиях работы железнодорожного пути статическая нагрузка температурных сил совмещена с динамической (от проходящих поездов).

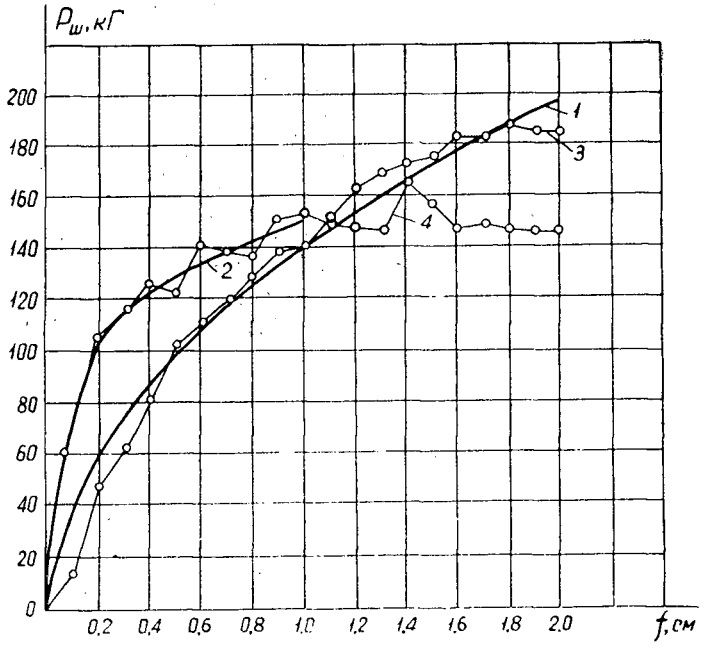


Рис. 4. Зависимости между сдвигающим усилием шпал поперек пути и подвижками (действующий путь, щебеночный балласт).

1 — экспериментальная кривая, полученная методом изгиба звена пути; *2* — экспериментальная кривая, полученная методом сдвига одиночной ненагруженной шпалы поперек пути; *3* — теоретическая кривая, полученная методом изгиба решетки; *4* — теоретическая кривая, полученная методом сдвига шпалы поперек пути.

Для выявления влияния динамики на сопротивление шпал поперечному сдвигу были проведены прикидочные опыты на сдвиг шпал при одновременном воздействии на них вибраций. Для этого во время проведения опытов со шпал снимали один пригрузочный рельс и на его место устанавливали рельсошлифовальный станок, сделанный в мастерских лесокомбината «Осмолода» на базе бензопилы «Дружба». Этот станок по весу был равен одному пригрузочному рельсу. Во время проведения опытов этот рельсошлифовальный станок работал на полных оборотах, передавая на исследуемые шпалы вибрацию с частотой 50 колебаний в секунду.

Обработка экспериментальных данных показала, что применение вибраций данной частоты при сдвиге шпал поперек пути снизило их сопротивляемость сдвигу: для песчаного балласта на 20%, щебеночного — на 17%. Для сравнения на рис. 5 нанесены кривые, отображающие упомянутую зависимость в статике и в динамике. Из рисунка видно, что в случае приложения динамических нагрузок кривые становятся более пологими. В опытах О. Г. Плехова [1] воздействие вибраций снижало усилия на перемещение шпал в песчаном балласте поперек пути на 7—13%.

Анализируя проведенные опыты, можно отметить, что при песчаном балласте удлинение плеча от 10 до 20 *см* вызывает увеличение сдвигающего усилия на 5%, от 20 до 30 *см* — на 10,6%, от 30 до 40 *см* — 1,7%. При щебеночном балласте эти величины составляют соответственно 10—11%; 24—25 и 10—12%. При дальнейшем удлинении плеча

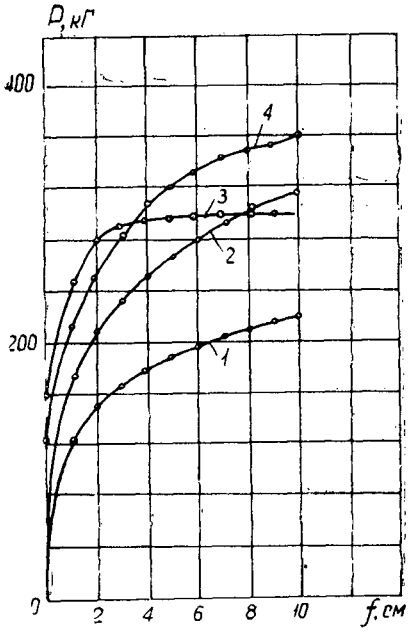


Рис. 5. Сдвиг шпал поперек пути в статике и в динамике.

1 — сдвиг шпалы в песчаном балласте в случае приложения динамических нагрузок; 2 — то же в щебеночном балласте; 3 — сдвиг шпалы в песчаном балласте в статике; 4 — то же в щебеночном балласте.

до 50 *см* сдвигающее усилие повышается еще на 15—16%. Из опытов следует, что при песчаном балласте плечо более 10—15 *см* устраивать нецелесообразно. При щебеночном балласте необходимость такого ограничения нашими опытами не установлена.

Применение распорок при устройстве температурно напряженного пути и более тяжелых типов шпал дает возможность увеличить длину рельсовых плетей. Наиболее эффективно одновременное использование распорок и приварных противоугонов. Это позволяет закреплять плети на постоянный температурный режим работы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. И. Кувалдин. Применение сварных длинномерных рельсов на лесовозных узкоколейных железных дорогах. Гослесбумиздат, М., 1963. [2]. Б. И. Кувалдин, В. А. Лаптев. Повышение устойчивости узкоколейного бесстыкового пути. Журн. «Путь и путевое хозяйство» № 9, 1965. [3]. С. П. Першин. О сопротивлении балласта сдвигу и способах усиления температурно напряженного пути против потери устойчивости. Труды МИИТ № 111, 1960. [4]. С. П. Першин. Методы расчета устойчивости бесстыкового пути. Труды МИИТ № 247, Трансжелдориздат, 1962. [5]. К. М. Щепотин. Сопротивление поперечному сдвигу шпал в асбестовом балласте. Труды НИИЖД № 31, Новосибирск, 1961.

Поступила в редакцию
23 июля 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.377.45

О ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

М. М. КОРУНОВ

Профессор

(Уральский лесотехнический институт)

При ежегодно увеличивающихся объемах вывозки древесины автомашинами крайне необходимо дальнейшее улучшение качества ремонта и эксплуатационного содержания дорог и подвижного состава, а также организации движения при полной безопасности и надлежащей пропускной способности.

Пропускная способность автомобильных дорог зависит от длины тормозного пути. Длину тормозного пути, а отсюда и безопасную скорость движения автомашин рассчитывают по формулам различного вида. Некоторые из них для горизонтального пути приведены в табл. 1.

Таблица 1

Страна	Вид формулы
СССР	$S_т = \frac{v}{3{,}6} + \frac{v^2}{254\varphi}$
„	$S_т = \frac{v}{3{,}6} + \frac{k_э v^2}{254\varphi}$
ГДР	$S_т = \frac{v}{3{,}6} + \frac{v^2}{254\varphi}$
Чехословакия . .	$S_т = \frac{v}{3} + 1{,}6\% \, v^2$ (для $\varphi = 0{,}2$)
Франция	$S_т = (0{,}2 \div 0{,}4)v + 0{,}01v^2$ (для $\varphi = 0{,}4$)

В. Ф. Бабков [1] считает, что в числитель второго члена формулы следует вводить коэффициент эксплуатационной характеристики тормозов $k_э = 1{,}2$. Время реакции шофера в СССР чаще всего принимают равным 1 *сек*, во Франции 0,75—1,5 *сек*, а отсюда и значение первого члена формулы (0,2—0,4) v. Второй член во французской формуле при $\varphi = 0{,}4$ считают округленно равным $S = \frac{v^2}{254 \cdot 0{,}4} \approx 0{,}01v^2$.

Весьма важно в расчетах установить достаточно надежный коэффициент сцепления φ, который практически, но весьма ориентировочно, можно определить как

$$\varphi = \frac{v^2}{254 S_т},$$

где v — скорость автомашины по спидометру;

$S_т$ — путь, пройденный с момента включения тормозов до остановки.

Тщательно проведенные опыты [4] позволяют считать, что на гравийной автомобильной дороге для зимнего и переходных периодов $\varphi = 0{,}2$ и для остальных времен года $\varphi = 0{,}4$. Автор статьи предлагает одночленную формулу для определения длины тормозного пути

$$S_т = \frac{0{,}006v^2}{\mu\varphi + f \pm i}$$

или

$$S_т = \frac{6v^2}{b_к + w_0 \pm i},$$

где $b_к = 1000\,\mu\varphi$, $кГ/т$; $w_0 = 1000\,f$, $кГ/т$; $i = 1000\,i$ $^0/_{00}$.

Вывод этой формулы ввиду элементарности опускается, а сравнение результатов расчета видно из рис. 1.

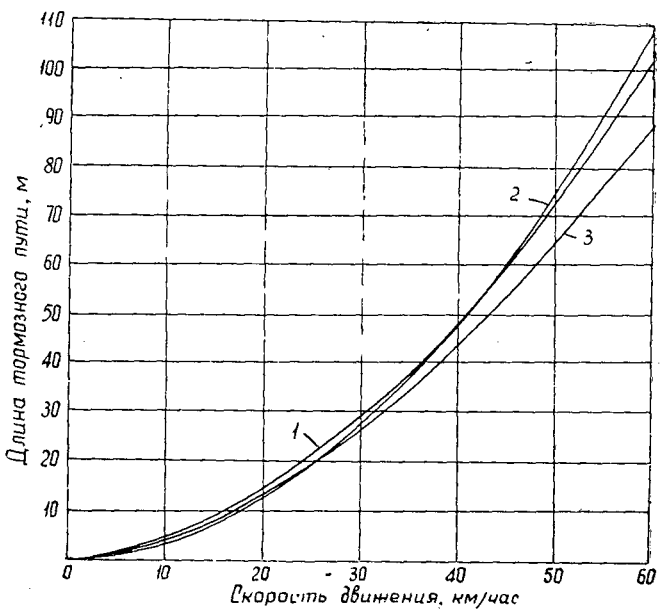


Рис. 1.

$1 - S_{T_1} = \frac{v}{3{,}6} + \frac{1{,}2\,v^2}{254 \times 0{,}2}$; $2 - S_{T_2} = \frac{0{,}006\,v^2}{0{,}2}$; $3 - S_{T_3} = \frac{v}{3{,}6} + \frac{v^2}{254 \cdot 0{,}2}$.

Следует заметить, что в США и ряде стран Западной Европы [3], [5] применяют подобного вида одночленные формулы, с помощью которых быстрее решаются такие задачи, как определение безопасной скорости движения на спусках, пропускной способности и др.

Обстоятельные опыты определения длины тормозного пути, выполненые А. Н. Субботиным [4] с помощью осциллографа ПОБ-14, и сопоставление их с расчетами показали достаточную точность.

При определении пропускной способности дороги важное значение имеет величина средней технической скорости движения. Для различ-

ной протяженности дорог (магистраль, ветки и усы), на которых движутся автопоезда с различными скоростями, следует делать предварительно подсчет средних скоростей для грузового и порожнего направлений.

Пропускная способность автомобильных дорог определяется с учетом остановочного пути $S = S_т + l$ (где l — длина автопоезда, *м*) и тогда

$$N = \frac{1000v}{S} = \frac{1000v(b_к + w_0 \pm i)}{bv^2 + l(b_к + w_0 \pm i)}.$$

Исследование этого уравнения показывает, что оптимальная скорость движения, которой будет соответствовать максимальная пропускная способность дороги, выражается формулой

$$v_{опт} = 0{,}41\sqrt{l(b_к + w_0 \pm i)}\ км/час.$$

Так как на дорогах, как правило, имеются горизонтальные участки, спуски и подъемы, то всегда той или иной марке машины будет соответствовать определенная средняя техническая скорость движения.

Для промышленных автомобильных дорог, в том числе и лесовозных, пропускную способность следует определять по эксплуатационной скорости движения, то есть с учетом простоев машин на погрузочно-разгрузочных пунктах и в пути (для однополосных дорог с разъездами).

Вводя эксплуатационную скорость движения, будем иметь

$$N = \frac{1000v_э}{S}\ \text{машин}/час.$$

Последняя, как известно, равна

$$v_э = \frac{v}{1 + \frac{vt_п}{2L}}\ км/час.$$

Подставляя ее значение в формулу, получаем

$$N = \frac{1000v}{S\left(1 + \frac{vt_п}{2L}\right)}\ \text{машин}/час,$$

здесь $t_п$ — время в часах, затрачиваемое за один оборот на конечных пунктах, связанное с погрузочно-разгрузочными работами и простоями на разъездах;

L — расстояние перевозок, *км*.

В зависимости от средней технической скорости движения для $b_к + w_0 = 60$ *кГ/т*; $i = -55‰$; $i = 0‰$; $l = 40$ *м* мы приводим таблицу пропускной способности однопутной дороги с разъездами, составленную при условии, что на конечных пунктах и разъездах пара поездов простаивает 1 *час* (табл. 2).

При одинаковых прочих условиях величина пропускной способности в сильной степени зависит от состояния дорожного покрытия, снижаясь до минимальной при скользкой поверхности.

Табл. 2 показывает, что даже при сравнительно плохих дорожных условиях (спуск —55‰) пропускная способность однополосных дорог с разъездами получается значительной, а это показывает, что автомобильные дороги второй и третьей категорий могут строиться однополосными с разъездами.

Таблица 2

v, км/час	Пропускная способность	
	$i = 0‰$	$i = -55‰$
5	94	37
10	133	41
20	166	25
30	151	18
40	133	14
50	110	11
60	100	9

Пропускная способность двухполосных и однополосных дорог должна определяться различно, так как при однополосном движении машин и наличии разъездов будут происходить встречи и простои порожних машин в ожидании проезда груженых.

Число встреч за одну смену работы дороги можно подсчитать по формуле Г. Б. Ицикова [2].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Ф. Бабков. Автомобильные дороги. Автотрансиздат, 1960 [2]. Г. Б. Ицикова. О ширине земляного полотна автолесовозных дорог. Гипролестранс, техническая информация 10/24, Л., 1959. [3]. А. Легольт. Строительство дорог и аэропортов. Перевод с английского, М., 1963. [4]. А. Н. Субботин. Условия безопасного движения большегрузного автотранспорта в глубоких карьерах. Автомобильный транспорт на открытых горных разработках. Труды Горно-геологического института Уральского филиала АН СССР, вып. 55, Свердловск, 1960. [5]. I. L. Escario. Traite de Routes. Paris, Dunod, 1954.

Поступила в редакцию
1 октября 1964 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.378.2

ВЛИЯНИЕ УГЛОВ ПОСТАНОВКИ ШЕЙМЫ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ДОННОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОПОРЫ СДВИГУ

В. Т. РЕШЕТНИКОВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

В качестве связи между донной опорой и наплавными сооружениями применяют преимущественно шеймы из металлического каната. Под действием внешней нагрузки и собственного веса шейма принимает в воде геометрическую форму плоской кривой, называемой цепной линией.

Угол между касательной к шейме в точке закрепления за опору и горизонталью α_1 назовем для краткости углом подхода шеймы (рис. 1).

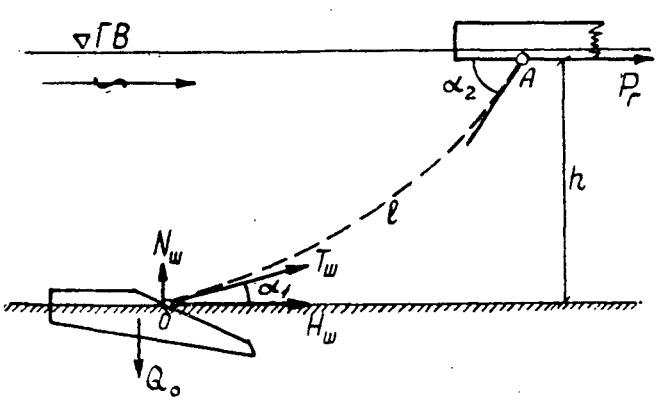


Рис. 1. Схема установки донной опоры на укороченной шейме ($\alpha_1 > 0$).

В зависимости от натяжения шеймы $T_ш$, веса ее в воде q, длины l и разности отметок точек закрепления h угол α_1 может принимать различные значения. С целью экономии троса и снижения трудозатрат при монтаже и уборке наплавных сооружений применяют укороченные шеймы, для которых $\alpha_1 > 0$ *.

Известно, что с увеличением угла подхода шеймы, при прочих равных условиях, держащая сила донных опор снижается [3]. Это проис-

* На глубинах до 10 *м* при укороченной гибкой шейме разницей углов α_1 и α_2 можно пренебречь.

ходит по следующим причинам: внешняя нагрузка $P_г$ по свойству цепной линии передается на донную опору и вызывает натяжение шеймы $T_ш = \frac{H_ш}{\cos \alpha_1}$; вертикальная составляющая натяжения $N_ш = H_ш \cdot \mathrm{tg}\alpha_1$ разгружает на свою величину вес опоры в воде Q_0. Ввиду этого уменьшается сила трения по подошве опоры, а, главное, вследствие увеличения угла приложения действующей силы резко снижается объем сдвигаемой призмы грунта и площадь сдвига.

Во влажных и водонасыщенных грунтах срезание пласта перед опорой происходит без видимого скола [1], поэтому усилие при сжатии пласта остается примерно таким же, как и на остальной части диаграммы, где нет скола.

Этому условию (если не выделять отдельных зон, где в грунте преобладают пластические деформации) наиболее полно отвечает теория разрушения материалов по Мору, которая считается применимой для упругих деформаций пластических тел, у которых характерным является соотношение $\frac{\tau}{\sigma} < 1$ (где τ — предельные напряжения сдвига; σ — предельные напряжения разрыва).

Согласно этой теории скалывание призмы грунта перед опорой происходит под действием силы S, направленной под углом ξ к горизонту

$$\xi = 180^\circ - \left(90^\circ + \varphi + \alpha \pm \frac{\rho}{2}\right),$$

где φ — угол трения материала опоры по грунту;
ρ — угол внутреннего трения грунта;
α — угол резания (наклона передней стенки, подрезающей пласт грунта).

В зависимости от соотношения углов α_1 и ξ проследим характер изменения вертикальной составляющей сопротивления опоры $T_в$.

1-й случай: $\alpha_1 < \xi$.

Действующая сила $T_ш$ направлена под углом α_1, а сопротивление призмы грунта сколу S под углом ξ, то есть между направлением силы $T_{сдв}$, действующей на опору в момент сдвига, и силой сопротивления грунта сколу S имеется угол $\xi - \alpha_1$. Поскольку $\xi > \alpha_1$, а горизонтальная реакция опоры $T_г$ численно равна $H_ш$, то в проекции на вертикальную ось результирующая сила $\Delta T_в$ направлена вниз (рис. 2).

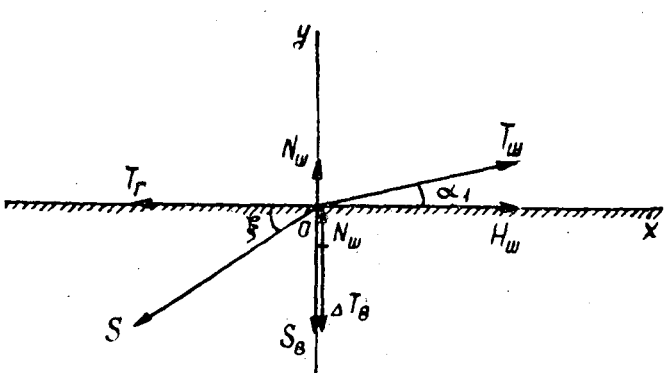


Рис. 2. Распределение действующих сил и сопротивления грунта сколу S при $\alpha_1 < \xi$.

С учетом защемления в грунте боковых стенок опоры общая вертикальная реакция опоры составит

$$T_в = Q_0 + T_{бок} + \Delta T_в.$$

2-й случай: $\alpha_1 = \xi$.

Угол между векторами $T_{сдв}$ и S равен нулю, значит $\Delta T_в = 0$.

$$T_в = Q_0 + T_{бок}.$$

3-й случай: $\alpha_1 > \xi$.

Поскольку угол приложения действующей силы превышает угол скалывания призмы грунта, то $\Delta T_в$ направлена вверх и тем самым способствует отрыву опоры от грунта

$$T_в = Q_0 + T_{бок} - \Delta T_в.$$

Следовательно, вертикальная составляющая сопротивления опоры сдвигу $T_в$ при $\alpha_1 \approx \xi$ переходит через максимум, а наиболее интенсивный спад сдвигающей силы должен наблюдаться при значениях $\alpha_1 > \xi$.

Максимум вертикальной составляющей $T_{в\,max}$ на модели донной опоры СевНИИП (тип 11) получен: на гравии при $\alpha_1 = 31°30'$ (рис. 3); на песке при $\alpha_1 = 43°$ (рис. 4). Эти показатели соответствуют внутреннему направлению трещин скола в призме сдвигаемого грунта по Мору.

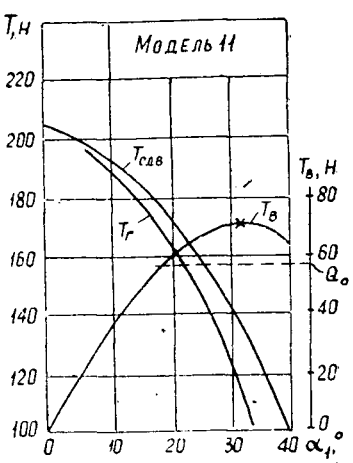


Рис. 3. Зависимость $T_{сдв}$ и ее составляющих $T_г$ и $T_в$ от угла подхода шеймы α_1. Грунт — гравий (= 35°).

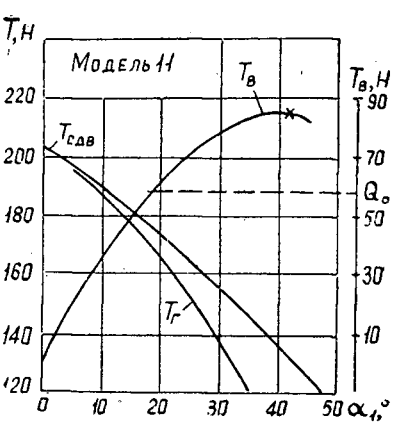


Рис. 4. Зависимость $T_{сдв}$ и ее составляющих $T_г$ и $T_в$ от угла подхода шеймы α_1. Грунт — песок (ρ = 26°).

Принимая коэффициент запаса на сдвиг $K_с = 1{,}5$, по графикам рис. 3, 4 находим максимально допустимый угол подхода шеймы к донной опоре из условия

$$T_{в\,доп} = \frac{T_{в\,max}}{K_с}.$$

На песке $\alpha_{1\,max} \approx 20°$; на гравии $\alpha_{1\,max} \approx 16°$. Заметим, что $T_{в\,доп}$ не превышает веса опоры в воде Q_0.

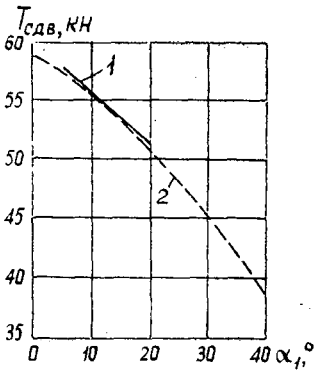


Рис. 5. Зависимость $T_{сдв}$ для опоры № 4 от угла подхода шеймы α_1 (при $\omega = 0$).

1 — по результатам испытаний опоры, $T = 59{,}66 - 25{,}21\ \alpha_1$; *2* — по пересчету с модели, $T = 59{,}2 - 20{,}4\ \alpha_1 - 10{,}2\ \alpha_1^2$.

На рис. 5 приведен график зависимости $T_{сдв}$ от угла подхода шеймы α_1 для опоры весом 12,5 *кн*.

$$T_{сдв} = T_\alpha = 59{,}66 - 25{,}21\alpha_1.$$

Ввиду того, что графики изменения сдвигающих усилий как для модели весом 58,3 *н* (при пересчете), так и для опоры в натуре при значениях α_1 до 20° почти совпадают, можно считать правомерным введение коэффициента $d = \frac{T}{T_\alpha}$, характеризующего снижение сдвигающих усилий с ростом угла подхода шеймы (табл. 1).

Таблица 1

α_1,°	0	5	10	15	17
d	1,00	0,96	0,93	0,89	0,87

Аналогичные исследования, проведенные на модели и в натуре, с отклонением шеймы в сторону от плоскости симметрии опоры на угол ω, подтвердили некоторое снижение сдвигающих усилий. Так, для опоры № 4 весом 12,5 *кн* получены зависимости:

при $\omega = 0 \div 15°$ $T_{\omega_{0-15}} = 57{,}02 - 15{,}43\,\omega$;

при $\omega = 15 \div 30°$ $T_{\omega_{15-30}} = 55{,}14 - 8{,}25\ \omega$.

Снижение сдвигающих усилий при отклоненной шейме рекомендуется учитывать коэффициентом $c = \frac{T}{T_\omega}$, значения которого приведены в табл. 2.

Таблица 2

ω,°	0	5	10	15	20	25	30
c	1,00	0,98	0,95	0,93	0,92	0,91	0,89

Совместное действие углов α_1 и ω носит слабо выраженный характер, однако в практических расчетах донных железобетонных опор не будет лишним учитывать влияние обоих углов постановки шеймы.

Основываясь на данных исследований, приводим порядок расчета донного опорного узла.

1. Расчетом наплавных сооружений (запани, рейда, бона или др.) определяем горизонтальную нагрузку $P_г = H_ш$. По условиям эксплуатации сооружения задаем максимальный угол отклонения шеймы ω, а также угол подхода шеймы α_1.

Натяжение шеймы $T_{\alpha\omega} = \frac{H_ш}{\cos \alpha_1}$.

2. Приводим силу $T_{\alpha\omega}$ к эквивалентной ей силе T_ω (при $\alpha_1 = 0$ и заданной величине ω):

$$T_\omega = \frac{T_{\alpha\omega}}{d}.$$

3. Силу T_0 в плоскости симметрии опоры определяем из равенства

$$T_0 = \frac{T_\omega}{c},$$

где T_0 — допускаемая горизонтальная нагрузка на опору при $\omega = 0$.

4. Расчетная нагрузка на опору

$$T = T_0 \cdot K_c$$

или короче

$$T = \frac{H_ш \cdot K_c}{c \cdot d \cdot \cos \alpha_1}.$$

5. По зависимости

$$T = 0{,}16 Q_0^2 + 7 Q_0 + 0{,}4 \text{ [2]}$$

необходимый вес опоры составит:

в воде

$$Q_0 = 2{,}50 \cdot \sqrt{76{,}16 + T} - 21{,}87;$$

«сухой» вес

$$Q = \frac{Q_0 \gamma_б}{\gamma_б - \gamma_0},$$

где $\gamma_б$ — удельный вес железобетона;
γ_0 — удельный вес воды.

По параметрическому ряду находим ближайший больший вес донной опоры или, соответственно, расчетную сдвигающую нагрузку.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Н. Зеленин. Резание грунтов. Изд. АН СССР, 1959. [2]. В. Т. Решетников, Г. А. Манухин. Сопротивление донной железобетонной опоры сдвигу в водонасыщенном грунте. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1966. [3]. Г. М. Черкасов. Влияние длины тросового каната (шеймы) на цепкость якоря и лота. Сборник трудов ВКФ ЦНИИЛесосплава, Казань, 1954.

Поступила в редакцию
9 ноября 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.383.4 : 539.4

ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНО-ГРУНТОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ МЕСТНЫХ ГРУНТОВ С УЧЕТОМ ИХ НЕОДНОРОДНОСТИ

В. П. МАТВЕЕВ

Аспирант

(Уральский лесотехнический институт)

Неоднородность свойств покрытия обусловливается различиями в свойствах грунта, которые вызываются следующими основными факторами: смешением грунтов из разных генетических горизонтов при возведении насыпи; изменением параметров технологического процесса приготовления цементно-грунтовых смесей на полотне дороги в зависимости от свойств грунта; неравномерностью воздействия климатических факторов на систему одежда — полотно, создающей разный водный и тепловой режим дороги; неоднородностью приложения нагрузки от подвижного состава. Все эти факторы органически связаны друг с другом. Поэтому при определении свойств цементо-грунта даже на участках полотна, находящихся в одинаковых климатических, грунтовых и гидрологических условиях, наблюдаются отклонения отдельных измерений от их средних значений.

Для изучения закономерностей отклонений показателей свойств цементо-грунта в покрытии нами проведены полевые исследования на автолесовозной дороге с покрытием из укрепленного грунта (Талицкий леспромхоз комбината «Свердлес»). Грунт полотна — мелкие пески с границей текучести 6,52—18,9, вяжущий материал — портландцемент марки 500 и 400, с дозировкой 5% от веса сухого грунта. Размельчение грунта и перемешивание с вяжущим производили фрезой Д-530.

Для устранения влияния изменчивости свойств цементо-грунта во времени пробы отбирали каждые два дня. Все исследования проводили через год после пуска дороги в эксплуатацию.

На участке размером 100 × 1 *м* на глубине 0—18 *см* (глубина укрепленного слоя в плотном теле) при помощи полевой лаборатории системы И. М. Литвинова было сделано по 42 измерения влажности и плотности, а при помощи ударника (вес гири 2,5 *кг*, высота падения 30 *см*, длина стержня 10 *см*, площадь поперечного сечения 1 *см*^{2}) — 104 измерения прочности покрытия.

Относительная влажность покрытия W (отношение весовой влажности w к влажности на границе текучести F) в период измерения колебалась от 0,21 до 0,77 при среднем значении 0,54; плотность покрытия — от 1,51 до 2,05 *г/см*^{3} (средняя 1,82 *г/см*^{3}).

По числу ударов ударника, необходимых для погружения стержня в покрытие на 10 *см*, можно косвенно судить о прочности покрытия.

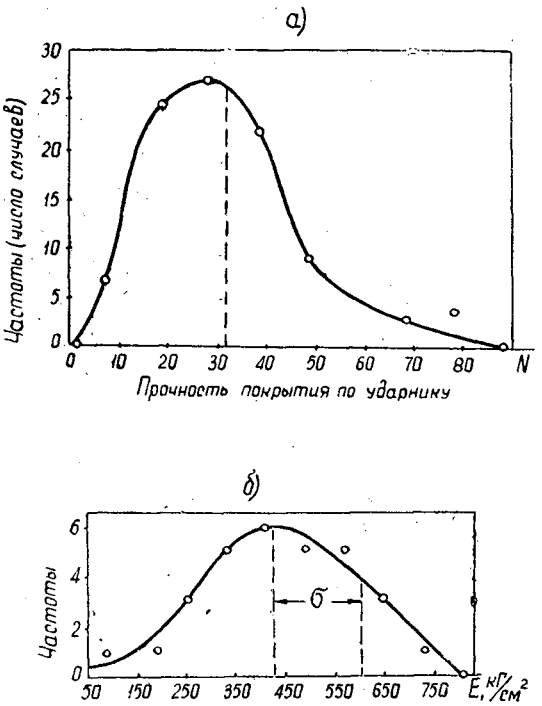


Рис. 1.

Поэтому распределение частот ударов по площади характеризует и распределение прочности покрытия. Кривая частот числа ударов имела вид, близкий к симметричному (рис. 1,*а*).

Для непосредственного определения прочности покрытия в период повышенного увлажнения на том же участке было произведено 29 вдавливаний штампа диаметром 340 *мм* с использованием дорожного пресса, сконструированного по принципу пресса ХАДИ.

На основе полученных данных между нагрузкой на штамп и его осадкой [1] вычислены модули деформации покрытия. Среднее значение модуля составило 425 *кГ/см*^{2}, среднее квадратическое отклонение $\sigma = 147$ *кГ/см*^{2}. Кривая частот экспериментальной кривой имела небольшую отрицательную асимметрию и незначительный эксцесс, однако показатель достоверности этих величин меньше трех. Кривая частот модулей также близка к симметричной (рис. 1, *б*). Следовательно, можно утверждать, что неоднородность прочности покрытия подчиняется закону нормального распределения. Это обстоятельство дает возможность устанавливать прочность покрытия (модули), учитывая неоднородность, с различной гарантией (вероятностью) на основе методов математической статистики и теории вероятностей.

Расчетные модули $E_п$ назначают по средним табличным данным [3], однако это нельзя признать достаточно обоснованным. В более слабых местах будут наблюдаться деформации различной степени и даже разрушения покрытия.

Из рис. 2 видно, что значение модуля $E_1 = E_п - \Delta E_1$ будет повторяться не более, чем в n_1 случаев; $E_2 = E_п - \Delta E_2$ — не более, чем в n_2 случаев. Переходя от частот к вероятностям, можно утверждать, что вероятность повторения E_1 составляет P_1, а E_2 — соответственно P_2.

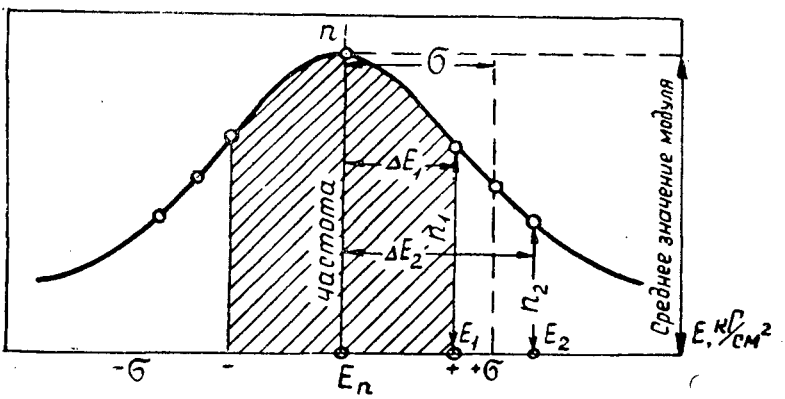


Рис. 2.

Для определения вероятности $P\{E_1 < E_р < E_п\}$ расположения расчетного модуля $E_р$ (с учетом неоднородности) в интервале от $E_п$ до E_1 (на рис. 2 правая половина заштрихованной площади) используем интеграл вероятностей функции нормального распределения [2]

$$P = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt, \tag{1}$$

где t определяет кратность отклонения отдельных измерений от средних значений.

На основании уравнения (1) и рис. 2 можно утверждать, что с вероятностью P значение $E_р$ будет находиться в пределах от $E_п$ до E_1, иначе говоря, предельное отклонение модуля от средины не превзойдет абсолютной величины σt (где σ — среднее квадратическое отклонение). Следовательно, предельное отклонение модуля от средины составит $\Delta E = \pm \sigma t$, и расчетный модуль деформации покрытия с учетом неоднородности грунта (при рассмотрении правой половины рис. 2) можно представить уравнением

$$E_р = E_п - \sigma t, \tag{2}$$

где $E_п$ — табличный модуль или определенный лабораторным способом, $кГ/см^2$;

$E_р$ — расчетный модуль покрытия, принимаемый с определенной гарантией.

Обозначим коэффициент однородности прочности покрытия отношением вероятной прочности к ее среднему значению

$$K_п = \frac{E_р}{E_п}. \tag{3}$$

Подставляя значение $E_р$ из уравнения (2) в формулу (3), получаем

$$K_п = 1 - t\frac{\sigma}{E_п}. \tag{4}$$

В качестве примера для установления численных значений коэффициентов однородности были обработаны результаты полевых

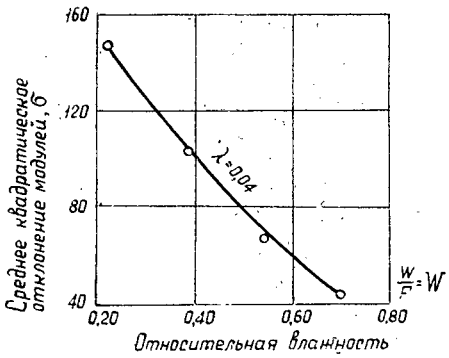


Рис. 3.

измерений модулей, произведенных автором с помощью жесткого штампа диаметром 340 *мм* с применением дорожного пресса.

На рис. 3 приведены зависимости средних квадратических отклонений σ модулей для относительной деформации λ (абсолютная осадка h *мм*, деленная на диаметр штампа D *мм*) от относительной влажности цементо-грунта.

Затем были определены (рис. 4) численные значения коэффициентов однородности для различной вероятности с учетом значений σ по рис. 3.

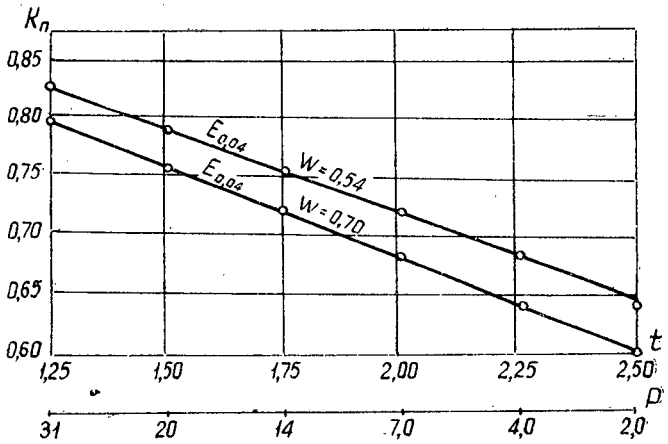


Рис. 4.

Для нахождения расчетных модулей покрытий с учетом неоднородности грунта необходимо табличный [3] или определенный лабораторным способом модуль умножить на коэффициент однородности, то есть $E_р = E_п \cdot K_п$; значение $K_п$ принимается в зависимости от потребностей гарантии, то есть от категории магистрали, ветки и уса.

Проведенные исследования прочности покрытия дают возможность более объективно (в зависимости от принимаемой гарантии) назначать расчетные модули, подбирать смеси. Они направлены на развертывание строительства дорог методом укрепления местных грунтов, а также на дальнейшее совершенствование методов расчета дорожных одежд.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. К. Бируля, Н. Я. Говорущенко, Д. В. Ермаков. Эксплуатационные качества автомобильных дорог. Автотрансиздат, М., 1961. [2]. В. И. Романовский. Математическая статистика. Кн. 1, 2, 1961, 1963. [3]. Сухопутный транспорт леса. Справочник, Гослесбумиздат, 1962.

Поступила в редакцию
10 июня 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 674.093.26.047

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ФАНЕРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ НЕПРЕРЫВНЫМ СПОСОБОМ

А. И. МАЗУРЧИК

Аспирант

(Украинская сельскохозяйственная академия)

Вопросы автоматизации успешно решаются на всех стадиях технологического процесса, когда этот процесс носит непрерывный характер. Операция же прессования с нагреванием требует остановки процесса на 15—30 *мин* в зависимости от вида клея и температуры плит пресса. По данным передовых мебельных предприятий, технологическое время склеивания занимает от 19 до 45 *мин*. При этом установлено, что значительная часть рабочего времени уходит на вспомогательные операции. Следовательно, коэффициент использования рабочего времени пресса снижается.

Одним из существенных недостатков работы многоэтажных прессов является и то, что при смыкании промежутков пресса нижний смыкается раньше остальных и в нем раньше начинается прогрев клеевых швов. Это недопустимо при работе с быстро отвердевающими клеями.

Технология фанерования должна обеспечивать одновременный прогрев всех клеевых швов. В основу новой технологии должен быть положен непрерывный процесс производства, обеспечиваемый путем устранения позиционных операций и сокращения продолжительности подготовительно-вспомогательных работ.

Автор провел экспериментальные исследования на роликовом прессе для разработки режимов непрерывного фанерования как щитовых, так и брусковых деталей. В задачу исследований входило также определение степени влияния отдельных показателей на качество клеевого соединения.

Пьезообработку деталей производили двумя методами, в одном случае, показания давления снимали при помощи тензодатчиков сопротивления, в другом — ролики непосредственно нагружали тарированным грузом. Термообработку производили теплом от электроспирали (помещенной между роликами) и от самих роликов. Температуру в камере измеряли ртутным термометром, а в клеевом шве — при помощи термопары копель — хромель, конец со спаем которой вставлялся в небольшую канавку между строганой фанерой и основой на глубину 8 *см*; другой конец был подключен непосредственно к гальванометру осциллографа. Датчики сопротивления и термопара были соответственно протарированы, и на фотобумаге получены кривые при помощи осциллографа марки Н-004. Для фанерования применяли клей М-70, в качестве отвердителя — хлористый аммоний в количестве 0,5- и 1% к весу смолы. После нанесения клея давали открытую выдержку

(2—25 *мин*) при температуре 16—18° С. Цель экспериментальных исследований открытых выдержек — выяснить характер их влияния на качество клеевого соединения и предотвратить стягивание строганой фанеры с основы. В результате испытаний установлено, что открытая выдержка от 6 до 16 *мин* при содержании хлористого аммония 1% и от 10 до 25 *мин* — при содержании 0,5% оказывает положительное влияние на прочность клеевого соединения. Для обоих случаев предел прочности колеблется от 23 до 35 *кГ/см*²; для выдержек вне указанных пределов — от 19 до 27 *кГ/см*². Наиболее эффективные выдержки, при которых не наблюдалось стягивания фанеры, — от 10 до 16 *мин* при содержании в клее хлористого аммония 1% и от 15 до 25 *мин* — при содержании 0,5%. При этих выдержках клей достигал вязкости, обеспечивающей силу трения между склеиваемыми поверхностями, которая превышала силу трения между роликами и деталью, и стягивания фанеры не происходило даже при давлении в начальный период пьезотермической обработки 6—8 *кГ/см*². В этом случае не наблюдалось и выдавливания клея. Не происходило стягивания фанеры и при открытых выдержках менее 15 *мин*, но при удельном давлении в начале прессования 2—4 *кГ/см*², температуре в клеевом слое 50—60° С, продолжительности нагрева 6—10 *сек* при толщине 0,8—1,0 *мм* и продолжительности 5—7 *сек* при толщине 0,2—0,6 *мм*.

Чтобы выявить пробитие строганой фанеры клеем, фанерование производили с одно- и двухсторонним нанесением клея в количестве 240—260 *г/м*². Всего было зафанеровано более 400 образцов (из древесно-стружечных и столярных плит и массивной древесины) строганой фанерой (толщиной от 0,4 до 1 *мм*) бука, дуба, ореха, красного дерева при разных значениях температуры, давления и продолжительности нагрева. Необходимо отметить, что ни в одном случае строганая фанера не была пробита клеем. Больше дефектов (в виде «чижей») наблюдалось при фанеровании тонкой строганой фанерой и микрошпоном (до 0,6 *мм*) при температуре в камере 140—160° С и давлении в начальный период 6—8 *кГ/см*². В этом случае происходило сдвигание строганой фанеры между склеиваемыми поверхностями, и в результате получалась непроклейка.

Фанерование тонкими облицовочными материалами (до 0,6 *мм*) следует производить при температуре 90—100° С, продолжительности нагрева 25—30 *сек*, давлении в начальный период 2 *кГ/см*² с последующим увеличением его по времени до 10—12 *кГ/см*².

При использовании строганой фанеры толщиной 0,8 и 1,0 *мм* фанерование можно производить при температуре в камере пресса 130—150° С, продолжительности нагрева 30—45 *сек*. Упрессовка деталей находится в пределах 0,1—0,3 *мм*. На основании данных, полученных экспериментальным путем, разработана схема технологического процесса непрерывного фанерования древесины (рис. 1).

Процесс пьезотермической обработки является одним из важнейших в фанеровании; от него зависит образование прочного клеевого соединения. Он состоит из периода постепенного повышения температуры, давления и отвердения клея и периода полного наложения давления и полного отвердения клея. Первый не должен составлять больше одной трети времени общей продолжительности нагрева. Остальное время составляет второй период. По результатам осциллограмм, обработанных методом математической статистики, определено оптимальное время нагрева (при котором обеспечивается прочное клеевое соединение) в зависимости от толщины строганой фанеры бука (прогреваемого слоя) и температуры в камере пресса.

На рис. 2 представлен график для установления продолжительности пьезотермической обработки клеевого соединения, построенный по результатам обработанных осциллограмм.

Первый пучок прямых служит для нахождения продолжительности прессования при удельном давлении 2 *кГ/см*². При небольшом удельном давлении в начале фанерования продолжительностью не более одной трети времени всего периода нагрева прессование необходимо для предотвращения возможности выдавливания клея (с образованием сгустков) и стягивания фанеры. Второй пучок служит для нахождения всей продолжительности нагрева при оптимальном удельном давлении 10—12 *кГ/см*².

Пусть температура в камере пресса 140° С, толщина строганой фанеры 1 *мм*. Требуется установить продолжительность прессования при 2 и 10 *кГ/см*². От цифры 1 *мм* толщины прогреваемого слоя проведем горизонталь до пересечения с линией температуры в 140° С первого пучка прямых и опустим вниз перпендикуляр на шкалу времени нагрева. Находим продолжительность нагрева 9 *сек*. Затем от цифры 1 *мм* проведем горизонталь до пересечения с линией в 140° С второго пучка и тоже опустим перпендикуляр. Находим продолжительность общего прессования 36 *сек*. Это время и будет основным определяющим временем ритма работы пресса.

По времени продолжительности нагрева клеевого соединения устанавливают скорость движения детали в прессе, которая регулируется коробкой скоростей. Скорость вращения вальцов устанавливают по режиму такую, чтобы она обеспечивала нахождение фанеруемой детали в прессе в течение времени, определенного по графику (рис. 2). Для детали длиной до 2 *м* наиболее рациональная длина пресса, отвечающая конструктивным и технологическим требованиям, должна быть 3 *м*. Длина вальцов должна быть рассчитана на максимальную ширину детали плюс 10 *см*. Диаметр вальцов должен быть в пределах 120—140 *мм*.

Внедрение в производство роликовых прессов значительно улучшит условия труда, откроет перспективы для комплексной механизации и автоматизации технологического процесса на участке фанерования.

Поступила в редакцию
22 января 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 674.023 : 674.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ СТРУЖКОЛОМАТЕЛЯ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

В. А. ТИХОНОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Многообразие практического применения стружколомателей в ручной и машинной обработке древесины и отсутствие научно-обоснованных рекомендаций в отношении их геометрии и оптимального расположения относительно резца вызывают необходимость изучения влияния стружколомателей на процесс резания.

С этой целью мы * несколько изменили универсальную экспериментальную установку, описанную В. И. Любченко [2]: на измерительные элементы закрепляли другие режущие инструменты. Основной принцип установки — раздельное одновременное измерение и запись сил — был сохранен.

При резании под действием сил, действующих на нож и стружколомателъ, между ними образовывалась щель, которая была достаточна для раздельного измерения усилий. Ступенчатая конструкция ножа способствовала прохождению стружки выше щели, оставляя ее свободной.

Для проверки правильности полученных данных при раздельной записи усилий были записаны суммарные усилия на блок нож — стружколомателъ. На динамометре ножа закрепляли нож со стружколомателем; последние имели те же параметры, что и при раздельной записи усилий. При одних и тех же условиях сравнивали усилия на блоке при раздельном ($P + P_c$** и $Q + Q_c$) и суммарном измерениях ($P_б$*** и $Q_б$). Сопоставление результатов дало почти полное совпадение (расхождение 1—2%).

Каждым из динамометров измеряли составляющие силы резания — касательную P (P_c) и нормальную Q (Q_c) к направлению резания.

Динамометры тарировали статическим нагружением и разгружением одновременно в двух измеряемых направлениях и раздельно.

Усилия записывали на две пленки с помощью двух осциллографов МПО-2, включающихся автоматически от нажатия упора (закрепленного на рабочем суппорте станка) на микропереключатель.

---

* Работа проведена под руководством проф., доктора техн. наук С. А. Воскресенского.

** Индексом «с» обозначены усилия, относящиеся к стружколомателю.

*** Индексом «б» обозначены усилия, относящиеся к блоку нож — стружколомателъ.

Основные факторы, влияющие на чистоту поверхности обработки при резании древесины, — скорость резания V, толщина стружки h и угол резания δ.

Благоприятное влияние высокой скорости резания на чистоту поверхности обработки обычно объясняют возникновением «инерционного» подпора со стороны древесины. Однако этот подпор при существующих в настоящее время скоростях резания (до 100 *м/сек*) ничтожно мал и поэтому оказывает незначительное влияние на чистоту поверхности обработки.

Необходимое условие образования сливной стружки — малая ее толщина (порядка 0,05—0,2 *мм*). Очевидно, при работе со снятием таких тонких стружек сильно снижается производительность оборудования.

Увеличение угла резания ($\delta > 70°$) также дает некоторое улучшение качества обработанной поверхности, вследствие изменения направления результирующей силы, действующей на срезаемую стружку. Направление этой силы характеризуется некоторым углом ψ_0, называемым углом действия [1]

$$\operatorname{tg}\psi_0 = \frac{1 - f\cdot\operatorname{tg}\delta}{\operatorname{tg}\delta + f},$$

где f — коэффициент трения между передней гранью резца и стружкой.

При увеличении угла резания угол ψ_0 уменьшается и при $\operatorname{tg}\delta = \frac{1}{f}$ становится равным нулю. Дальнейшее возрастание этого угла приводит к возникновению самоторможения стружки. Это явление при движении стружки по передней грани резца приводит к увеличению естественного подпора перерезаемых волокон, что предотвращает отслоение, улучшая поверхность обработки. Работа с еще большими углами резания ($\delta > 85°$) может ухудшить чистоту поверхности обработки, с одной стороны, в результате изменения характера стружкообразования (образование прерывистой стружки) и, с другой стороны, из-за значительного увеличения первоначального радиуса закругления лезвия инструмента (возникновение ворса).

В результате проведенных экспериментов изучено влияние угла стружколомателя, угла встречи с волокнами (между направлениями волокон и резания), расстояния от кромки ножа до кромки стружколомателя.

В данной статье освещено влияние стружколомателя на такие основные факторы, как чистота поверхности обработки (H_{max}) и касательная сила резания ($P_б$).

Значение переменных и постоянных факторов процесса строгания со стружколомателем при проведении исследований дано в табл. 1. Физико-механические свойства образцов древесины (при влажности 10—12%) приведены в табл. 2. Испытания проведены по ГОСТу 6336—52. Прочность определяли на универсальной испытательной машине Р-5. Влажность образцов устанавливали весовым методом. Результаты опытов обрабатывали методами вариационной статистики. В результате исследований установлено, что угол заточки стружколомателя 40° мал (даже при минимальном расстоянии от кромки ножа до кромки стружколомателя 0,5 *мм*). Стружка образуется отслоением с изломом (для всех толщин 0,3; 0,4; 0,5 *мм*). При этом типе стружкообразования касательная сила наименьшая (рис. 1, *а*); качество поверхности неудовлетворительное (рис. 1, *б*).

Таблица 1

Режимные факторы	Обозначения	Единицы измерения	Значение факторов для сосны	Значение факторов для бука
Длина образцов	L	*мм*	100	
Ширина „	B	„	10	
Толщина стружки	h	„	0,3; 0,4; 0,5	0,5
Угол встречи с волокнами	$\varphi_в$	*град*	0; 10; 20; 45	
Влажность древесины	W	%	10—12	
Угол радиальности*	Θ	*град*	45	
Количество годовых слоев на 1 *см*	—	—	16—18	10—12
Содержание поздней зоны	—	%	65	55
Скорость резания	V	*м/сек*	0,3	
Угол резания	δ	*град*	55; 70	
Задний угол	α	„	10	
Состояние остроты резца	ρ	*мк*	Острый (ρ до 10 *мк*)	
Угол заточки стружколомателя	$\varphi_с$	*град*	40; 50; 60	30; 40; 50; 60
Расстояние от лезвия ножа до кромки стружколомателя	b	*мм*	0,5; 0,75; 1,0	
Состояние остроты стружколомателя	ρ_1	*мк*	Острый (ρ_1 до 10 *мк*)	

* Поверхность обработки радиально-тангентальная.

Таблица 2

Порода	Объемный вес, *г/см³*	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, *кГ/см²*	Предел прочности при растяжении вдоль волокон, *кГ/см²*	Предел прочности при статическом изгибе, *кГ/см²*
Сосна	0,49	~430	~1040	~780
Бук	0,67	~485	~1210	~980

При увеличении угла заточки стружколомателя до 50° стружка для всех толщин образуется изгибом и получается почти сливная. Очевидно, касательная сила при этом должна быть больше, чем в первом случае, что видно из рис. 1, *а*; чистота поверхности обработки получается высокая (рис. 1, *б*).

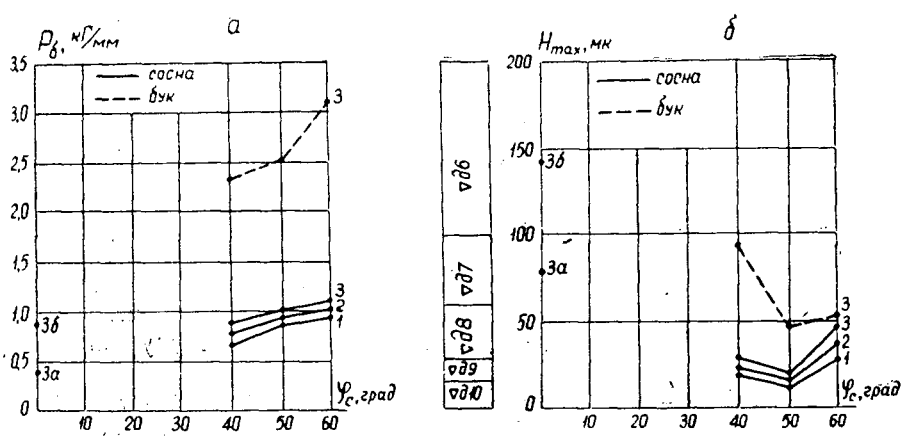


Рис. 1. Зависимость удельной касательной силы $P_б$ и качества поверхности обработки H_{max} от угла стружколомателя $\varphi_с$ (при $\varphi_в = 0°$; $b = 0{,}5$ *мм*; $\delta = 55°$; $\alpha = 10°$; $V = 0{,}3$ *м/сек*).

1 — $h = 0{,}3$ *мм*; *2* — $h = 0{,}4$ *мм*; *3* — $h = 0{,}5$ *мм*; *3а* — сосна ($h = 0{,}5$ *мм*; резание без стружколомателя); *3б* — бук ($h = 0{,}5$ *мм*; резание без стружколомателя).

При угле заточки стружколомателя 60° для всех толщин (0,3; 0, 0,5 *мм*) образуется прерывистая стружка. Касательная сила имее максимальное значение, но качество поверхности обработки плохо так как стружка образуется уплотнением, которое заходит ниже по верхности обработки.

При строгании бука со стружколомателем наблюдается такая ж картина, как показано на рис. 1.

Мы изучили влияние расстояния от лезвия ножа до кромки струж коломателя на характер стружкообразования при определенном угл заточки ($\varphi_c = 50°$). При изменении этого расстояния от 0,5 до 1,0 *м.* (через 0,25 *мм*) наблюдается изменение характера стружкообразова ния за счет уменьшения доли участия стружколомателя в процессе об разования стружки. При расстоянии 0,5 *мм* стружколоматель активн участвует в процессе стружкообразования, изгибая и подламыва стружку. Касательная сила имеет максимальное значение (рис. 2, *а*) так как стружка образуется почти сливная; качество обработки вы сокое (рис. 2, *б*).

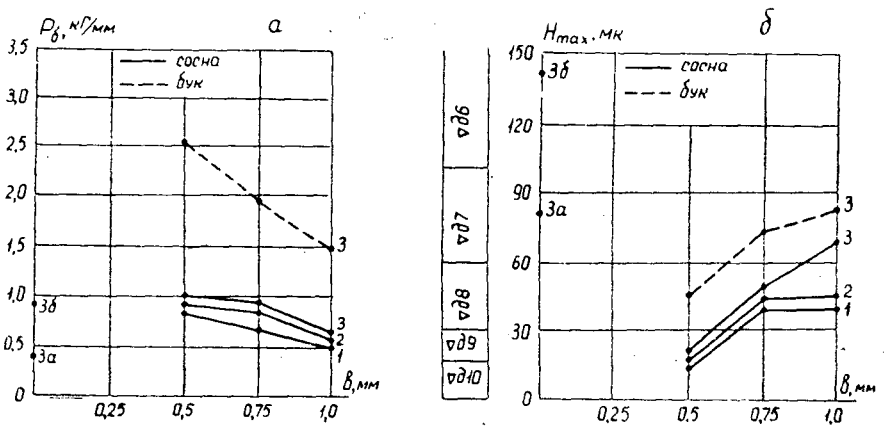


Рис. 2. Зависимость удельной касательной силы $P_б$ и качества поверхности обработки H_{max} от расстояния от лезвия ножа до кромки стружколомателя b (при $\varphi_в = 0°$; $\varphi_c = 50°$; $\delta = 55°$; $\alpha = 10°$; $V = 0{,}3$ *м/сек*).

1 — $h = 0{,}3$ *мм*; *2* — $h = 0{,}4$ *мм*; *3* — $h = 0{,}5$ *мм*; *3а* — сосна ($h = 0{,}5$ *мм*; резание без стружколомателя); *3б* — бук ($h = 0{,}5$ *мм*; резание без стружколомателя).

При расстоянии 0,75 *мм* доля участия стружколомателя в процессе стружкообразования уменьшается: он сжимает уже образованный отслоением с изломом элемент стружки в продольном направлении. Очевидно, касательная сила в этом случае меньше, чем в предыдущем, а качество значительно хуже.

При несовпадении плоскости резания с направлением волокон (худший случай — резание «против слоя») трещины уходят в материал ниже поверхности обработки, тем самым сильно ухудшая поверхность.

На рис. 3 даны графики, показывающие зависимость удельной касательной силы резания $P_б$ и чистоты поверхности обработки H_{max} от угла встречи с волокнами $\varphi_в$ (при $\varphi_c = 50°$; $b = 0{,}5$ *мм*; $\delta = 55°$; $\alpha = 10°$; $V = 0{,}5$ *м/сек*). На графиках касательная сила для всех толщин стружки при $\varphi_в = 0°$ несколько больше, чем при $\varphi_в = 10°$. Это объясняется тем, что при работе со стружколомателем на поверх-

ности обработки получаются небольшие уступы. Лезвие подрезает, а стружколоматель подламывает стружку только в самом начале образования микроэлемента; при дальнейшем продвижении инструмента лезвие не участвует в резании, так как оно проходит выше образовавшейся впадины.

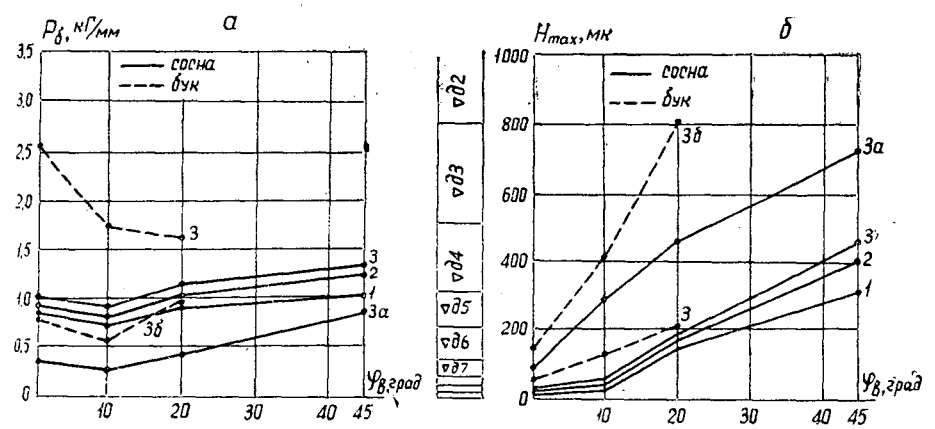


Рис. 3.

1 — $h = 0{,}3$ *мм*; *2* — $h = 0{,}4$ *мм*; *3* — $h = 0{,}5$ *мм*; *3а* — сосна ($h = 0{,}5$ *мм*; резание без стружколомателя); *3б* — бук ($h = 0{,}5$ *мм*; резание без стружколомателя).

При дальнейшем увеличении угла встречи, с одной стороны, касательная сила растет вследствие перехода резания от продольного к торцовому, с другой стороны, она падает из-за увеличения впадин, находящихся ниже поверхности обработки. Очевидно, преобладание первой причины дает на графиках рост касательной силы при увеличении угла встречи.

Качество поверхности обработки при работе с оптимальным стружколомателем значительно выше, чем при свободном резании. Улучшение качества в среднем на 1—2 класса чистоты по ГОСТу 7016—54.

Таким образом, в тех случаях, когда качество поверхности обработки имеет первостепенное значение, необходимо работать со стружколомателем. Оптимальный угол заточки стружколомателя 50° при угле резания 55°. Для исследованных толщин стружки (0,3, 0,4 и 0,5 *мм*) и условий резания ($\delta = 55°$; $\varphi_c = 50°$) расстояние от лезвия ножа до кромки стружколомателя должно быть 0,5 *мм*.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. А. Воскресенский. Резание древесины. Гослесбумиздат, 1955.
[2]. В. И. Любченко. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1961.

Поступила в редакцию
19 апреля 1965 г.

УДК 65.011.56

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ МЕХАНИЗАЦИИ ПАКЕТОФОРМИРУЮЩИХ МАШИН

В. Ф. ЩЕГЛОВ

Аспирант

(ЦНИИМОД)

Пакетоформирующие машины предназначены для укладки досок сушильные пакеты для естественной и искусственной сушки — на прокладках со шпациями или без шпаций, с выравниванием досок по одному или обоим торцам формируемого пакета. Это автоматизированные технологические машины, осуществляющие сложный, состоящий из многих разнообразных производственных операций технологический процесс. В каждом типе машины, исключая ручные, имеется какая-то доля автоматизации рабочих и вспомогательных движений. Если же для повторения рабочего цикла машины, имеющей автоматический цикл основных и вспомогательных механизмов, требуется вмешательство рабочего, такая технологическая машина называется частично автоматизированной или полуавтоматической. Степень участия ручного труда в полуавтоматах может быть различной. Что же касается пакетоформирующих машин, то они требуют участия рабочего не только в управлении механизмами, но и в частичном или полном выполнении отдельных операций, входящих в технологический процесс формирования сушильного пакета, но пока еще трудно поддающихся механизации.

Численность штата, обслуживающего машину, не отражает сама по себе того, в какой степени данная машина механизирует производственные операции, для выполнения которых она предназначена.

Степень механизации, обеспечиваемая машиной, является своеобразным мерилом ее конструктивного совершенства, критерием прогрессивности принятой конструкции, стимулирующим ее дальнейшее совершенствование. Так как числовое выражение степени механизации дает не абсолютную, а только относительную оценку машин, то величина показателя степени механизации может быть взята на основании определенной математической закономерности. В ней должны быть отражены нарастание расхода технических средств и уменьшение доли участия рабочего в обслуживании машины.

Б. Л. Богуславский * предложил следующую зависимость для определения степени механизации станков:

$$\eta_{мех} = \frac{t_м}{T_ц}, \qquad (1)$$

* Б. Л. Богуславский. Токарные автоматы. Машгиз, М., 1958.

где $\eta_{мех}$ — показатель степени механизации;
$t_м$ — время механизированной работы станка в течение каждого цикла;
$T_ц$ — продолжительность цикла.

А. Лугоши *, применяя зависимость аналогичного вида для характеристики производственного процесса, определяет степень механизации следующим образом:

$$\eta_{мех} = \frac{\Sigma t_м}{\Sigma t_м + \Sigma t_р}, \qquad (2)$$

где $\Sigma t_м$ — суммарная продолжительность операций, выполняемых машинами;
$\Sigma t_р$ — суммарная продолжительность операций, выполняемых вручную.

Поскольку пакетоформирующие машины являются агрегатами, состоящими из нескольких выполняющих различные технологические операции механизмов, величину показателя степени механизации необходимо определять для каждого из механизмов пакетоформирующих машин в отдельности

$$\eta_{мех} = \frac{t'_м}{t'_м + t'_р}, \qquad (3)$$

где $t'_м$ — количество машинного времени, затрачиваемое на укладку в сушильный пакет 1 $м^3$ пиломатериалов, маш.-*час*/$м^3$;
$t'_р$ — величина трудозатрат на 1 $м^3$ пиломатериалов при выполнении данной операции, чел.-*час*/$м^3$.

Номограмма для определения величины $\eta_{мех}$ на пакетоформирующих машинах графически представляет собой пучок лучей, исходящих из начала координат, в системе $t'_м - t'_р$ (рис. 1). Величины $t'_м$ и $t'_р$ для каждого механизма определяли на основании хронометражных наблюдений.

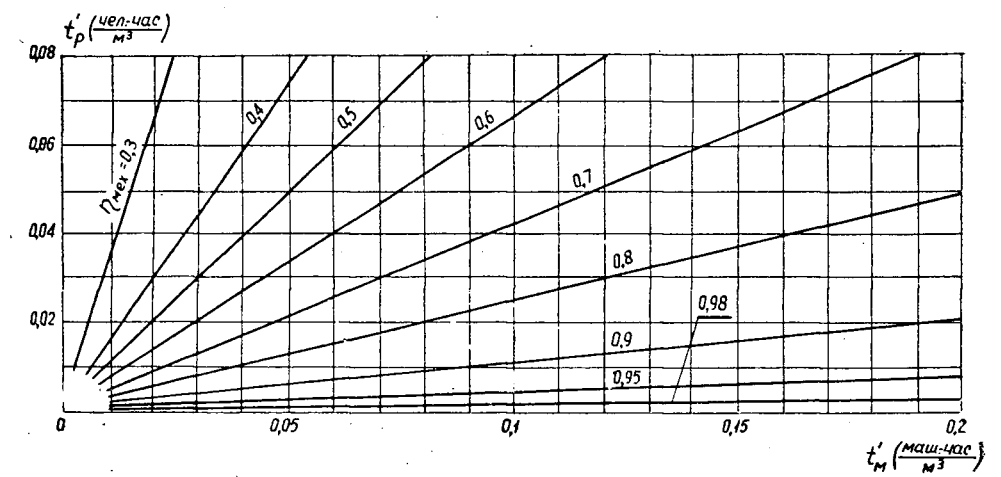


Рис. 1.

* A. Lugosi. A gepesitesi fok a faipari gépek tartos üzemeltésenek nehány kérdése. J. «Faipar» № 6, 1962.

Очевидно, показатель степени механизации может служить только для сравнения механизмов одного и того же назначения.

Переходя к показателю степени механизации труда $\Theta_{мех}$ по укладке досок в сушильный пакет, обеспечиваемой данным типом пакетоформирующих машин в целом, имеем

$$\Theta_{мех} = \frac{t'_м}{t'_м + \sum\limits_{i=0}^{n} t'_{р_i}}, \tag{4}$$

где n — количество технологических операций, выполняемых машиной.

Величину n нельзя считать количеством механизмов, из которых состоит пакетоформирующий агрегат, ибо иногда один механизм выполняет несколько операций (например, укладка досок в пакет и формирование шпаций в машине модели УПФМ).

Степень механизации отдельной операции выражается следующим образом:

$$\eta_{мех} = \frac{t'_м}{t'_м + t'_{р_i}}. \tag{5}$$

Отсюда

$$t'_{р_i} = \frac{t'_м}{\eta_{мех_i}} - t'_м = \frac{t'_м(1 - \eta_{мех_i})}{\eta_{мех_i}},$$

тогда

$$\sum_{i=0}^{n} t_{р_i} = t'_м \sum_{i=0}^{n} \frac{1 - \eta_{мех_i}}{\eta_{мех_i}} = t'_м \sum_{i=0}^{n} \left(\frac{1}{\eta_{мех_i}} - 1\right) = t'_м \left(\sum_{i=0}^{n} \frac{1}{\eta_{мех_i}} - n\right);$$

$$\Theta_{мех} = \frac{t'_м}{t'_м + t'_м \left(\sum\limits_{i=0}^{n} \frac{1}{\eta_{мех_i}} - n\right)};$$

$$\Theta_{мех} = \frac{1}{1 - n + \sum\limits_{i=0}^{n} \frac{1}{\eta_{мех_i}}}. \tag{6}$$

Наряду с другими технико-экономическими показателями показатели степени механизации машины и отдельных ее механизмов играют важную роль в практике создания нового, более совершенного оборудования. Так, например, в настоящее время имеется несколько различных конструктивных типов пакетоформирующих машин одинакового технологического назначения. Все они или опытные образцы, или импортные модели.

Разработка новой конструкции пакетоформирующей машины, предназначенной для серийного производства, заключается в максимальном обобщении существующих конструктивных частных решений.

Сравнительные производственные испытания пакетоформирующих машин показали, что обеспечиваемая ими степень механизации труда изменяется в сравнительно больших пределах (табл. 1).

Таблица 1

Модель пакетоформирующей машины	Показатель степени механизации труда					
	по операциям $\eta_{мех_i}$					по машине в целом $\Theta_{мех}$
	разборка партии досок	выравнивание досок по торцам пакета	формирование шпации	укладка досок в пакет	раскладка прокладок	
Moore (США)	0,85	1,00	—	0,994	0,94	0,806
ПФА (СвердНИИПдрев)	0,93	1,00	1,00	0,996	0,99	0,918
Конструкции Нововятского ДСК	0,80	1,00	—	0,46	0,00	0,70

Очевидно, при создании новой конструкции за базу для разработки можно принять машину с наибольшим значением показателя степени механизации. При этом в общую компановку должны включаться механизмы других машин аналогичного назначения, обеспечивающие максимальную степень механизации труда на данной технологической операции.

Поступила в редакцию
14 июля 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 674.023 : 674.05

ОБ ИЗНОСЕ И ЗАТУПЛЕНИИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТОЧЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

В. Р. ФЕРГИН

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Степень износа и характер затупления инструмента зависят в основном от физико-механических свойств материала резца; геометрии режущих элементов резца; физико-технологических свойств обрабатываемой древесины (порода, влажность, абразивные свойства, количество сучков); вида процесса резания; режимов резания; условий работы инструмента (жесткость инструмента и станка, наличие охлаждения); качества заточки режущих элементов резца (гладкость граней).

Физические явления, сопутствующие износу инструмента, весьма сложны и еще не полностью изучены. В процессе резания износ инструмента в основном определяется действием механического истирания — диспергирования частиц металла под действием касательных сил резания (трения); электрических и химических процессов, происходящих в месте контакта резца с древесиной; выкрашивания или смятия режущих кромок резца при обработке твердых сучков.

При рассмотрении влияния затупления инструмента на оптимальный режим резания древесины мы приняли упрощенную схему износа резца, указанную на рис. 1. Эта схема соответствует реальной картине

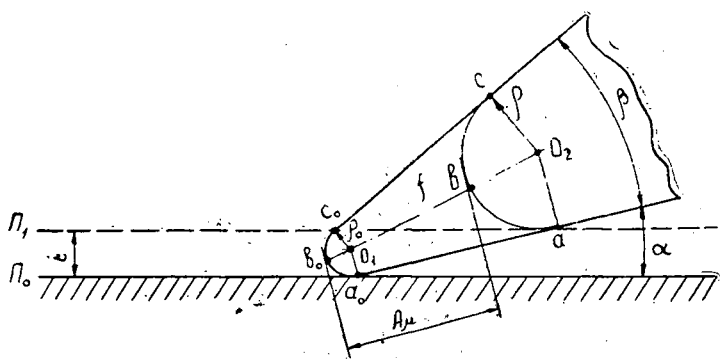


Рис. 1.

износа при резании мягких сухих неабразивных материалов твердыми резцами. Параметрами износа резца по данной схеме являются:

объем износа резца Q, уменьшение его веса G, площадь износа сечения резца f, его линейное укорочение по задней грани A_{μ}. Очевидно,

$$Q = f \cdot B,$$

где B — ширина резца.

Параметром затупления следует считать радиус затупления резца ρ. Фаски и выемки по граням резца в данной схеме отсутствуют.

Будем считать, что главная причина износа и затупления инструмента при обработке относительно сухой древесины — механическое истирание. По гипотезе С. А. Воскресенского [3], количество частиц металла, отделенного от поверхности лезвия резца обтекающей его древесиной, находится в прямой зависимости от числа частиц древесины, прошедших мимо лезвия, то есть объем Q металла, стертого древесиной с единицы ширины резца, численно равный площади f ($мк^2$) фигуры $a_0b_0c_0abc$ (см. рис. 1), прямо пропорционален суммарному пути L ($км$), пройденному резцом в древесине

$$f = W \cdot L, \tag{1}$$

где W — опытный коэффициент пропорциональности, представляющий собой объем металла, стертый древесиной с единицы ширины лезвия на единицу длины пути контакта резца с древесиной, $мк^2/км$.

Из рис. 1 была определена площадь фигуры $a_0b_0c_0abc$

$$f = \left(\operatorname{ctg}\frac{\beta}{2} - \frac{180^\circ - \beta}{360^\circ}\pi\right)(\rho^2 - \rho_0^2), \tag{2}$$

где β — угол заострения резца;
ρ_0 — начальный радиус затупления резца;
ρ — текущий радиус затупления.

Обозначим

$$A = \frac{1}{\operatorname{ctg}\frac{\beta}{2} - \frac{\pi}{360^\circ}(180^\circ - \beta)}. \tag{3}$$

С достаточно высокой степенью точности (относительное максимальное отклонение 2%)

$$A \approx 0{,}0016\beta^{2,2} \tag{4}$$

при $20^\circ \leqslant \beta \leqslant 80^\circ$.

Тогда

$$f = \frac{1}{A}(\rho^2 - \rho_0^2) = \frac{560}{\beta^{2,2}}(\rho^2 - \rho_0^2). \tag{5}$$

Приравняв выражения (1) и (5), получим

$$\rho = \rho_0\sqrt{\frac{WL\beta^{2,2}}{560\rho_0^2} + 1}. \tag{6}$$

По мере возрастания пути L, пройденного резцом в древесине, то есть с увеличением числа деталей N_0, обработанных резцом, текущий радиус затупления ρ изменится в m раз по отношению к начальному радиусу ρ_0. Эта величина определяет степень затупления резца

$$m = \frac{\rho}{\rho_0} = \sqrt{\frac{WL\beta^{2,2}}{560\rho_0^2} + 1}. \tag{6a}$$

Как видно из формулы (6), радиус затупления ρ зависит от начального радиуса затупления ρ_0, угла заострения резца β и некоторой опытной величины W, определяемой интенсивностью износа резца. Назовем ее удельным износом. Он принят нами за основной параметр износа, задаваемый при расчете оптимального режима резания. Удельный износ W_0 для каких-либо базовых усилий определяется опытным путем. Допустив независимое влияние факторов, удельный износ W для любых условий приближенно подсчитываем по формуле

$$W = k_{пр} \cdot k_р \cdot k_т \cdot k_п \cdot k_w \cdot k_ф \cdot k_ж \cdot k_\alpha \cdot k_\delta \cdot k_г \cdot k_V \cdot k_U \cdot W_0, \qquad (7)$$

где $k_{пр}$ — коэффициент, определяющий характер процесса резания;
$k_р$ — коэффициент, учитывающий влияние материала резца;
$k_т$ — коэффициент, учитывающий режим термообработки резца,
$k_п$ — коэффициент, учитывающий породу древесины;
k_w — коэффициент, учитывающий влияние влажности древесины w;
$k_ф$ — коэффициент, учитывающий направление перерезания волокон ϕ;
$k_ж$ — коэффициент, учитывающий жесткость резца и станка;
k_α — коэффициент, учитывающий влияние заднего угла α;
k_δ — коэффициент, учитывающий влияние угла резания δ;
$k_г$ — коэффициент, определяющий качество обработки режущих граней резца;
k_V — коэффициент, учитывающий влияние скорости резания V;
k_U — коэффициент, учитывающий влияние скорости подачи U.

Определение влияния различных факторов на удельный износ резца является предметом специального исследования.

Из теории резания древесины известно, что касательную силу резания P_z можно расчленить на две составляющие, одна из которых действует по задней грани резца и не зависит от толщины стружки h, а вторая — связана с ней и действует по передней грани. Предполагается, что эти силы независимы друг от друга. Сила, действующая по передней грани, не зависит от радиуса затупления резца, а сила, действующая по задней грани, увеличивается с возрастанием радиуса затупления резца, то есть

$$P_z = P_з + P_п$$

или

$$P_z = ap + kh \ кГ/мм \qquad (8)$$

где $P_з$ — сила, действующая по задней грани;
$P_п$ — сила, действующая по передней грани;
a — коэффициент, учитывающий влияние радиуса затупления резца на силу по задней грани;
k — коэффициент, определяющий степень влияния толщины стружки на величину силы, действующей по передней грани;
p — ордината при $h = 0$ (см. рис. 2).

Формула (8) является математическим выражением «общего закона резания», установленным А. Л. Бершадским. Этот закон дает линейную зависимость силы резания P_z от толщины стружки h. На рис. 2 показан график функции $P_z = f(h)$. В области микростружек ($h_\mu < 0{,}1$ *мм*) функция $P_{z\mu} = f(h_\mu)$ имеет большую крутизну. При $h = 0$, $P_z = P_з$. По опытам Ф. М. Манжоса, Е. Кивимаа, Ф. Н. Мас-

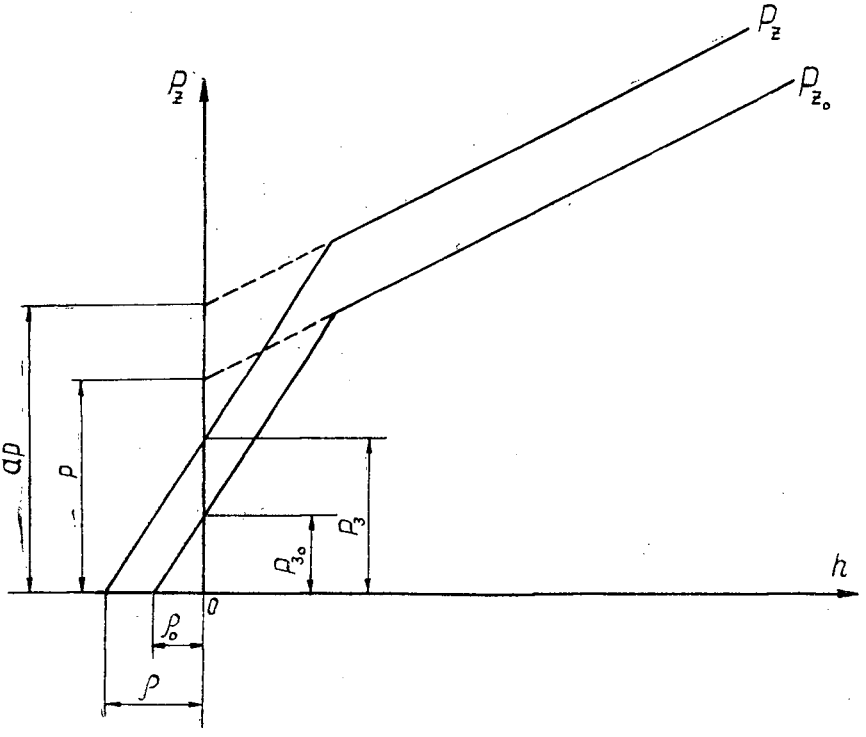


Рис. 2.

ленкова и И. С. Кугель, обработанным А. Л. Бершадским, $P_з \approx 0{,}2\,p$; при продолжении прямой $P_{z\mu} = f\,(h_\mu)$ в области микростружек до пересечения с осью абсцисс, на последней отсекается отрезок, равный начальному радиусу затупления ρ_0 (при $a = 1$).

Из рис. 2 следует, что

$$\rho_0 = \frac{P_{з_0}}{k_\mu} = \frac{0{,}2p}{k_\mu} = \frac{(1-0{,}8)\,p}{k_\mu}, \tag{9}$$

где k_μ — угловой коэффициент прямой $P_{z\mu} = f(h_\mu)$ в области микростружек.

А. Л. Бершадский устанавливает аналогично формуле (9) окончательное выражение для текущего радиуса затупления [1], [2]

$$\rho = \frac{P_з}{k_\mu} = \frac{(a-0{,}8)\,p}{k_\mu}. \tag{10}$$

Если разделим выражение (10) на (9), то получим величину коэффициента затупления

$$a = 0{,}8 + 0{,}2\,\frac{\rho}{\rho_0}$$

или

$$a = 0{,}8 + 0{,}2m. \tag{11}$$

Учитывая выражение (6а), будем иметь

$$a = 0{,}8 + 0{,}2\sqrt{\frac{WL\beta^{2,2}}{560\rho_0^2} + 1}. \tag{12}$$

Будем считать, что при затуплении инструмента сила резания P_z увеличивается по отношению к начальной силе резания P_{z_0} в A_ρ раз. Тогда

$$A_\rho = \frac{P_z}{P_{z_0}} = \frac{ap + kh}{p + kh} \tag{13}$$

или

$$A_\rho = \frac{(0{,}8 + 0{,}2m)\,p + kh}{p + kh}. \tag{14}$$

Как видно из анализа этой формулы, с увеличением толщины стружки степень влияния затупления резца на силу резания снижается.

Таким образом, интегральным коэффициентом A_ρ, учитывающим влияние затупления резца на силу резания P_z, можно пользоваться, когда установлена его зависимость от толщины стружки и от других факторов.

Обрабатывая опытные данные (полученные А. А. Пижуриным [4]) по осевому точению методом «общего закона резания», получим

$$P_z = 0{,}15\varphi^{0,28} \cdot a + 0{,}097\varphi^{0,62} h \ \textit{кГ/мм}, \tag{15}$$

где φ — главный угол резца в плане.

Формула (15) справедлива в пределах $10° \leqslant \varphi \leqslant 60°$; $0{,}14$ *мм* $\leqslant h \leqslant 0{,}6$ *мм*; $1 \leqslant a \leqslant 2{,}8$.

Тогда

$$A_\rho = \frac{a + 0{,}65\varphi^{0,34} h}{1 + 0{,}65\varphi^{0,34} h}. \tag{16}$$

Однако выражение (16) не позволяет свести задачу определения оптимального режима точения к задаче линейного программирования, которая должна содержать только линейные уравнения и неравенства относительно элементов режима или их элементарных функций.

Поэтому значение интегрального коэффициента A_ρ в ограниченных пределах переменных выразим в виде степенной функции, которая легко преобразуется в линейную путем логарифмирования.

С максимальным относительным отклонением $\delta_m = 2\%$ в пределах $10° \leqslant \varphi \leqslant 60°$; $0{,}14$ *мм* $\leqslant h \leqslant 0{,}6$ *мм*; $1{,}2 \leqslant a \leqslant 2{,}8$

$$A_\rho = \frac{a^{0,63 - 0,006\varphi}}{h^{0,115a - 0,0006a\varphi - 0,07}}. \tag{17}$$

При определении оптимальных режимов точения необходимо учитывать также влияние затупления инструмента на чистоту обработки.

При осевом и тангенциальном точении чистота обработки с увеличением радиуса затупления ухудшается согласно формуле, полученной при обработке опытных данных [4],

$$H_{max} = 60 + 3{,}5\rho \tag{18}$$

при $5 \leqslant \rho \leqslant 40$ *мк*; $U_z = 0{,}2$ *мм/об*.

Для коэффициента $A_\rho^H = \frac{H_{max}}{H_{max_0}}$, определяющего влияние затупления инструмента на чистоту обработки, получим

$$A_\rho^H = 0{,}57 + 0{,}43m \tag{19}$$

при $2 \leqslant m \leqslant 8$,

где H_{max} — чистота обработки при текущем радиусе затупления;

H_{max_0} — чистота обработки при начальном радиусе затупления.

Вышеприведенные соотношения позволяют учитывать в интегральной форме затупление резца при расчете режимов точения древесины.

Аналогичным образом можно вывести интегральные коэффициенты, учитывающие влияние других факторов на процесс резания древесины. Это позволит свести задачу по определению оптимальных режимов резания древесины к задаче линейного программирования, алгоритм которой легко реализуется при помощи современных электронных цифровых вычислительных машин.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Л. Бершадский. О расчете режимов продольного пиления. Журн. «Лесная промышленность» № 12, 1964. [2]. А. Л. Бершадский. Учет затупления резцов при расчете режимов фрезерования, МЛТИ, рефераты научных докладов, 1965. [3]. С. А. Воскресенский. Резание древесины. ГЛБИ, 1955. [4]. А. А. Пижурин. Основы процесса точения древесины. ГЛБИ, 1963.

Поступила в редакцию
25 марта 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.865 : 582.28

ГРИБОУСТОЙЧИВОСТЬ ЛИГНОУГЛЕВОДНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ ИЗ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ОПИЛОК БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

Е. В. МЕЛЬНИКОВ

Кандидат биологических наук

(Уральский лесотехнический институт)

В настоящее время в Уральском лесотехническом институте ведутся работы по изучению свойств лигноуглеводных древесных пластиков, получаемых путем прессования из древесных частиц без добавления связующих [2], [3], [4].

Наряду с физико-механическими свойствами нового материала большой интерес представляет его биостойкость.

В данной работе приведены результаты определения противогнилостной стойкости лигноуглеводных древесных пластиков из лиственничных опилок без добавления связующих. Условия изготовления пластиков и некоторые физико-механические свойства их даны в табл. 1.

Таблица 1

№ плит	Влажность исходного материала, %	Температура прессования, °С	Объемный вес, *г/см*³	Предел прочности при статическом изгибе, *кГ/см*²	Водопоглощение за 24 *часа*, %	Разбухание за 24 *часа*, %
2	22	170	1,23	244	8,2	2,8
3	23	170	1,20	261	7,9	4,5
4	21	170	1,24	205	5,0	1,0
5	25	170	1,21	255	7,8	2,7
6	21	155	1,25	182	5,0	0,8
7	25	155	1,21	183	10,0	3,6
8	27	155	1,21	143	10,1	—
9	31	155	1,28	160	10,0	3,1
10	33	160	1,20	174	7,4	1,4
11	27	160	1,26	207	8,4	2,5

Примечание. Удельное давление прессования во всех случаях 25 *кГ/см*².

Противогнилостную стойкость пластиков исследовали по отношению к пленчатому грибу *Coniophora cerebella* (Pers.). Культуры пленчатого гриба выращивали в конических колбах на сосновых опилках с добавлением овсяной муки (5% по весу). Влажность среды 300%.

Методика исследования заключалась в следующем. Из плит изготовляли образцы размером 20 × 20 *мм*. Третий размер равен тол-

щине плиты. Испытания на биостойкость производили в две серии, а для плит № 5 и 10 — в одну серию из-за недостаточного количества исследуемого материала. Каждая серия состояла из двенадцати образцов. Девять из них непосредственно испытывали на стойкость, а три использовали для определения относительной влажности и последующего вычисления абс. сухого веса образцов. Это делалось для того, чтобы избежать изменения свойств пластиков при сушке.

Образцы на культуры устанавливали с помощью стальных игл и деревянных прокладок, чтобы избежать увлажнения образцов при контакте с влажной средой.

Биостойкость пластиков оценивали по снижению веса (в процентах к абс. сухому). Все полученные данные обрабатывали методом математической статистики. Чтобы получить сравнительные данные в пределах одной серии, необходимо испытываемые образцы пластиков, спрессованных при разных параметрах прессования, поместить в одинаковые условия.

Однако большое количество вариантов прессования лишало нас этой возможности, так как 10 образцов не умещалось в одну колбу. Поэтому каждую серию испытаний производили в два приема. Каждый прием имел свои контрольные образцы, которые были изготовлены из того же куска заболонной древесины лиственницы. Установка контрольных образцов позволяла сравнивать биостойкость исследуемых пластиков и натуральной древесины и приводить культуры обеих

Таблица 2

№ плит	Статистические показатели				Разрушение контроля
	M, %	*m*	*V*, %	*P*, %	
2	6,9/6,2	0,4/0,3	17,8/17,8	6,0/6,0	24,5/23,8
3	5,5/5,9	0,3/0,5	18,0/27,0	6,1/8,9	24,5/23,8
4	6,9/6,9	0,3/0,6	13,6/24,5	4,5/8,2	24,5/23,8
5	6,0/—	0,3/—	14,6/—	4,9/—	19,0/—
6	8,8/9,3	0,4/0,3	12,8/11,3	4,3/3,8	24,5/23,8
7	8,5/8,8	0,2/0,4	8,7/12,5	2,9/4,2	24,5/23,8
8	10,7/11,5	0,2/0,3	6,8/7,5	2,2/2,5	19,0/20,5
9	9,0/12,1	0,2/0,5	5,9/12,2	2,0/4,0	19,0/20,5
10	—/8,7	—/0,5	—/18,5	—/6,2	—/20,5
11	5,8/7,2	0,5/0,5	26,0/22,9	8,8/7,6	19,0/20,5

Примечание. В числителе — данные для первой серии; в знаменателе — для второй.

партий (в пределах каждой серии) к единой разрушительной активности.

Результаты исследований приведены в табл. 2. Из таблицы видно, что биологическая стойкость лигноуглеводных пластиков оказалась в 2—3 раза выше стойкости заболонной древесины лиственницы. Наибольшему разрушению подвергались образцы, изготовленные из плит № 6, 7, 8, 9, 10. Эти плиты спрессованы при меньшей температуре и имеют более низкий предел прочности при статическом изгибе.

Повышение биостойкости лигноуглеводных пластиков происходит, по-видимому, вследствие значительного уплотнения древесных частиц в процессе прессования [1], увеличения объемного веса и уменьшения воздухосодержания. Более высокой биостойкостью обладают пластики, полученные при температуре прессования 170° С.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Г. А. Арзуманян. Влияние уплотнения древесины на ее стойкость к дереворазрушающим грибам. ДАН АН Армянской ССР, № 4, 1959, 28. [2]. И. А. Вахрушева. Плиты из древесных частиц лиственницы без связующего. Доклады первой научно-технической конференции молодых специалистов лесного производства Свердловской области по итогам работ 1960 г. Свердловск, 1961. [3]. И. А. Вахрушева, В. Н. Петри. Плитные материалы из древесных частиц лиственницы, изготовляемые без связующих веществ. Труды УЛТИ, вып. 18, Свердловск, 1962. [4]. И. А. Вахрушева, В. Н. Петри. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 11, 1962.

Поступила в редакцию
14 декабря 1964 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 674.815

КЛЕЕНЫЕ ПАНЕЛИ ИЗ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ*

В. Н. ФУРЛЕТОВ

Инженер

(Архангельский лесотехнический институт)

М. Е. КАГАН

Профессор, доктор технических наук

(Московский инженерно-строительный институт)

Высокие показатели прочности и хорошие теплотехнические свойства армированных плит дают основание более широко применять их в строительстве, в частности, в ограждающих конструкциях промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий.

Существующая в настоящее время конструкция бесчердачного теплого деревянного покрытия промышленного здания представляет собой уложенные на прогоны щиты дощатого настила с тем или иным утеплителем, слоем пароизоляции и рулонным водоизоляционным ковром. Сечение элементов дощатого настила определяется не прочностью, а жесткостью, что приводит к перерасходу древесины, так как настил работает при низких напряжениях.

Древесно-стружечные плиты значительно деформативнее древесины и, следовательно, при одних и тех же пролетах требуют больших, по сравнению с древесиной, сечений. Однако, учитывая высокие теплотехнические показатели плит, можно получить конструкции, которые объединяют в себе несущую и теплоизоляционную функции.

Такие конструкции имеют следующие преимущества: отпадает надобность в устройстве какого-либо утеплителя; наклейку первого слоя рулонного водоизоляционного ковра можно производить заранее; монтажные элементы покрытия могут иметь большие размеры по длине и ширине. Таким образом, эти конструкции полностью отвечают требованиям индустриального строительства.

Исходя из сказанного, была запроектирована конструкция опытной трехслойной панели покрытия промышленного здания. Панель состоит из двух обшивок, воспринимающих нормальные условия, и среднего слоя, воспринимающего сдвигающие усилия, а также обеспечивающего необходимую теплоизоляцию. Для обшивки применяют армированные древесно-стружечные плиты **; при этом в случае армирова-

---

* Работа выполнена авторами статьи на кафедре инженерных конструкций в Архангельском лесотехническом институте в 1963—1964 гг.

** В. Н. Фурлетов, М. Е. Каган. Армированные древесно-стружечные плиты. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1966.

ния стеклошпоном отпадает надобность в устройстве пароизоляционного слоя. Для среднего слоя можно употреблять легкие древесно-волокнистые плиты, древесно-стружечные плиты экструзионного прессования (с пустотами или без них) и волнистые плоского прессования. Размеры панелей в плане определяются размерами выпускаемых нашей промышленностью стружечных плит и составляют по ширине от 500 до 1500 *мм* и по длине до 3000 *мм*. Высота панелей определяется требуемым термическим сопротивлением покрытия и расчетом на прочность и жесткость. Следует отметить, что панели такой конструкции можно применять и для стенового заполнения каркасных зданий при соответствующей защите наружных поверхностей от воздействия атмосферной влаги.

Для исследования работы панелей были изготовлены опытные образцы длиной 2400 *мм*. Обшивки выполнены из стружечной плиты толщиной 20 *мм* и объемным весом 670 *кг/м*^{3}, средний слой — из двух волнистых плит толщиной 40 *мм* каждая и объемным весом 700 *кг/м*^{3}. Волнистые плиты были изготовлены на лабораторном прессе. Технология их изготовления принципиально не отличается от принятой технологии прессования плоских плит. Отличие состоит лишь в применении специальных формообразующих поддонов.

Процесс прессования складывается из следующих операций: установление нижнего поддона и ограничительной рамки; расстилание на поддоне стружечно-смоляного ковра; установка верхнего поддона; холодная подпрессовка; снятие ограничительной рамки и установка металлических ограничителей; прессование при температуре 140° С и удельном давлении 20 *кГ/см*^{2} (выдержку в прессе принимали из расчета 1 *мин* на 1 *мм* толщины плиты); съем готовых плит и обрезка кромок.

Применение поддонов сложного профиля позволяет сократить время выдержки плиты в горячем прессе, а полученная плита обладает высокой формоустойчивостью.

Склеивание обшивок с серединкой производили в ваймовом прессе на мочевино-формальдегидном клее К-17. Ввиду того, что размеры волнистых плит ограничены размерами нагревательных плит пресса (600 *мм*), стыкование их по длине панели осуществляли соединением «на ус». В ваймовом прессе панели выдерживали 24 *часа* при температуре 20° С; листы стеклошпона наклеивали на обшивки клеем КБ-3 в горячем прессе.

Данная конструкция панели (рис. 1) обусловлена следующими соображениями: высота панели, равная 120 *мм*, принята из теплотехнического расчета при температурах наружного и внутреннего воздуха

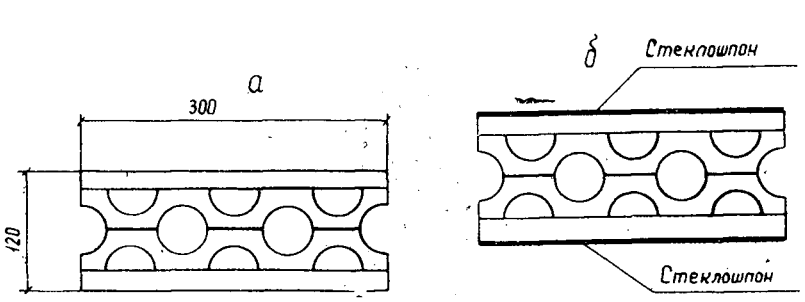
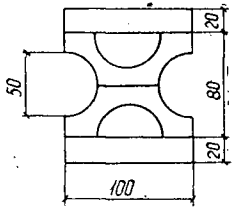
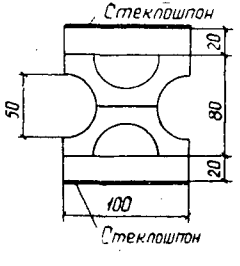


Рис. 1. Конструкция опытных панелей.
а — панель неармированная; *б* — армированная СВАМом.

Таблица 1

Сечение образцов	Количество образцов	Разрушающая нагрузка на весь образец, кГ	Разрушающая нагрузка кГ/м	Характер разрушения	Максимальные разрушающие напряжения σ_{max}, кГ/см²	Напряжения при расчетной нагрузке $\sigma_р$, кГ/см²	Запас прочности $K_з = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_р}$	Прогибы при расчетной нагрузке f, см	Прогибы при расчетной нагрузке f/l
Панели П-I неармированные 	2	560	255	Разрыв нижней обшивки	58	22	2,64	0,7	1/315
Панели П-II армированные 	2	840	382	Срез по нейтральному слою	84	22	3,82	0,9	1/244

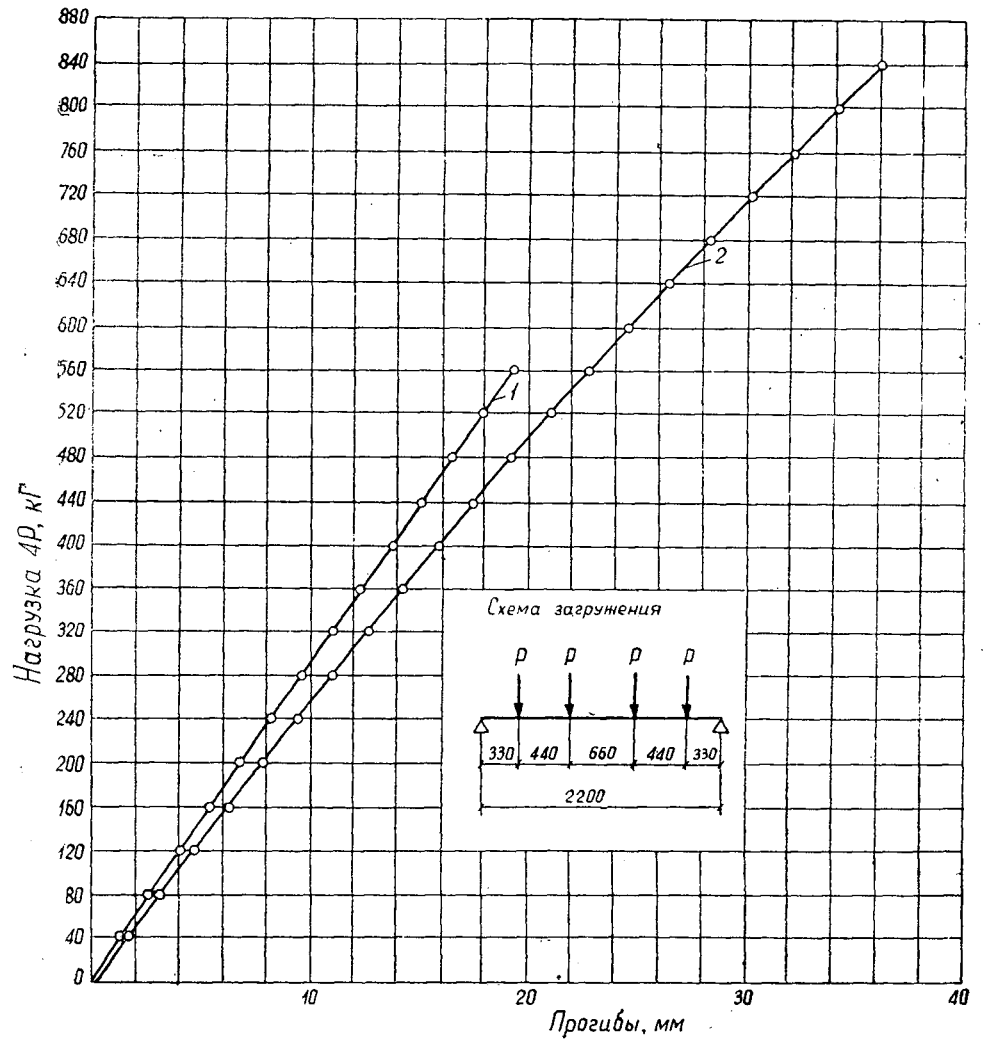


Рис. 2. Деформативность опытных панелей при изгибе.

1 — панели неармированные; *2* — армированные СВАМом.

соответственно —30 и +15° С и относительной влажности внутреннего воздуха не выше 49%; продольные пустоты, образуемые при совмещении впадин волнистых плит среднего слоя, создают дополнительное термическое сопротивление и снижают собственный вес панелей, который составляет 60 *кг/м*²; обшивки армированы стеклошпоном для увеличения несущей способности панелей и создания пароизоляционного слоя.

Были проведены испытания панелей на статический изгиб и теплотехнические. Основная задача испытаний — определить несущую способность панелей, их деформативность при изгибе и действительную величину термического сопротивления, а также исследовать температурно-влажностный режим панелей.

Для испытаний на изгиб из панелей в продольном направлении вырезали типовые балочные элементы длиной 2400 *мм*. Испытания

проводили на рычажной установке с соотношением плеч 5 : 1. Нагрузку на рычаги прикладывали равными ступенями с выдержкой 10 *мин* на каждой ступени. Прогибы замеряли прогибомерами в середине пролета и на опорах. Для замера осевых деформаций на обшивки и плиты среднего слоя в зоне чистого изгиба были установлены рычажные тензометры. Результаты испытаний опытных панелей на изгиб приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Статические испытания показали, что разрушающая нагрузка панелей, армированных стеклопластиком, в среднем в 1,5 раза выше, чем неармированных. Заметного увеличения жесткости панелей не наблюдалось, что следует объяснить малым процентом армирования.

Теплотехнические испытания проводили в специальной холодильной камере. Образцы панелей размером 500 × 500 *мм* были закреплены в деревянной утепленной обойме, установленной в стенке холодильной камеры. На поверхности образцов, обращенные к холодильной камере, наклеивали слой рубероида на битумной мастике. Внутренняя поверхность одного из образцов не имела защиты, а на поверхность другого образца был наклеен слой стеклошпона. Температура в холодильной камере составляла — 19° С, температура внутреннего воздуха 12—15° С при относительной влажности воздуха не более 60%. Температуры измеряли термопарами, а тепловые потоки — измерителями малых тепловых потоков системы Альперовича. Все температуры, тепловые потоки и влажность воздуха замеряли в одни и те же сроки в течение всего периода испытаний. Продолжительность наблюдений — около трех месяцев. Фактическое термическое сопротивление панелей оказалось практически одинаковым для образцов и близким к расчетному

$$R_0^{расч} = 1{,}135\ м^2 \cdot час \cdot град/ккал;\ R_0^{ф} = 1{,}129\ м^2 \cdot час \cdot град/ккал.$$

В то же время испытания показали, что стеклошпон обладает высокими пароизоляционными свойствами: если влажность внутренней обшивки первого образца за время испытаний повысилась на 15%, то влажность защищенной обшивки практически не изменилась.

Поступила в редакцию
29 ноября 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 674.047.1

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВОЗДУШНОЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ДО ТРАНСПОРТНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПРИ НЕВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В. Г. КРОТОВ

Аспирант

В. Н. ПЕТРИ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

В последние годы за рубежом быстрыми темпами ведутся работы с целью интенсификации процессов воздушной сушки пиломатериалов до транспортной влажности.

В решении совещания, проведенного в марте 1963 г. Государственным комитетом по лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству совместно с НТО лесной промышленности и посвященного вопросам сушки древесины и перспективам развития сушильной техники, в частности, отмечается, что необходимо «сосредоточить внимание научно-исследовательских институтов на решение вопросов интенсификации процессов сушки экспортных пиломатериалов» [1].

В настоящей статье изложены результаты исследований по разработке интенсифицированных режимов воздушной сушки пиломатериалов до транспортной влажности при невысоких температурах.

Для изучения брали обезличенные необрезные сосновые доски толщиной (S) 25, 40 и 50 *мм*; 6—6,5-метровые доски расторцовывали на отрезки длиной 1,4 *м*.

Для проведения работы была изготовлена сушильная камера емкостью 2 $м^3$, в которую помещался штабель пиломатериалов размерами 1,4 × 1,8 × 1,5 *м*. Такие размеры штабеля позволили разработать режимы интенсифицированной воздушной сушки, проверить влияние этих режимов на качество пиломатериалов, а также определить продолжительность сушки в условиях, практически тождественных промышленным. Подробное описание установки опубликовано нами ранее [4].

Экспериментальные сушки проводились при температурах + 5, + 15, + 25, + 30° С по «сухому» термометру. Относительную влажность воздуха в камере поддерживали в зависимости от температуры агента сушки и толщины сушимого материала. При сушке пиломатериалов толщиной 25 *мм* относительную влажность воздуха в камере поддерживали на уровне 48—56%. В интервале температур от + 5 до + 30° С при указанных значениях относительной влажности воздуха

равновесная влажность древесины стремится к 10%. Для пиломатериалов толщиной 40 и 50 *мм* относительную влажность воздуха в камере поддерживали на уровне 73—78%. Равновесная влажность древесины при таких температурно-влажностных условиях стремится к 15%.

В проведенных исследованиях скорость агента сушки по материалу колебалась в пределах 1,5—2 *м/сек*.

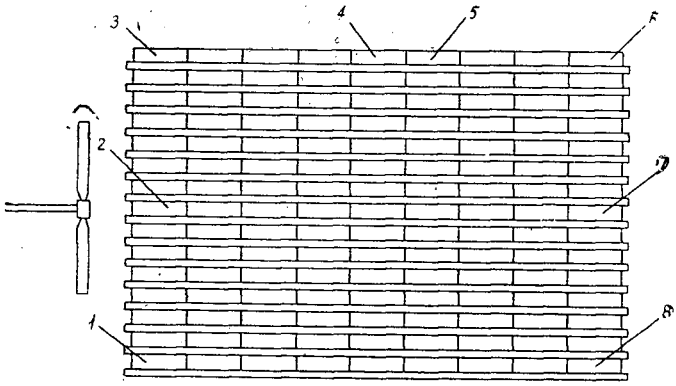


Рис. 1.

Наблюдения за процессом сушки были проведены по 8 контрольным доскам, которые закладывали в штабель по схеме, приведенной на рис. 1. Семь досок помещали в штабель для определения текущей влажности пиломатериалов в процессе сушки, а из восьмой выпиливали секции для установления распределения влажности по толщине материалов.

Контрольные доски средней ширины выбирали из общей массы пиломатериалов. Так, при толщине пиломатериалов 25 *мм* ширина досок находилась в пределах 200—230 *мм*, а при толщине 40—50 *мм* ширина равнялась 180—220 *мм*. Контрольные доски выбирали без гнили, трещин, выпадающих сучков, синевы и других пороков, затрудняющих определение влияния сушки на качество пиломатериалов. Начальная, конечная и текущая влажности контрольных досок были определены весовым методом. Послойную влажность для установления ее распределения по сечению материала также находили весовым методом. Ежедневно регистрировали изменение веса контрольных досок; 3 раза в сутки замеряли температуры по «сухому» и «мокрому» термометрам при помощи термопар, которые были установлены на входе агента сушки в штабель и на выходе его из штабеля. Температуру и относительную влажность воздуха в камере непрерывно регистрировали при помощи термографа и гигрографа. Сушку пиломатериалов заканчивали при достижении пиломатериалом транспортной влажности. После окончания сушки определяли среднюю влажность контрольных досок, распределение влажности по ширине и высоте штабеля, а также качество материала. Методика работы и результаты экспериментов в промышленных условиях по интенсификации процесса сушки экспортных пиломатериалов опубликованы в одной из наших статей [2]. На рис. 2 изображены кривые сушки пиломатериала толщиной 25 *мм* при различных температурах. При построении этих кривых взяты средние значения изменения влажности семи контрольных досок в процессе сушки. На рис. 3 представлен график распределения влаж-

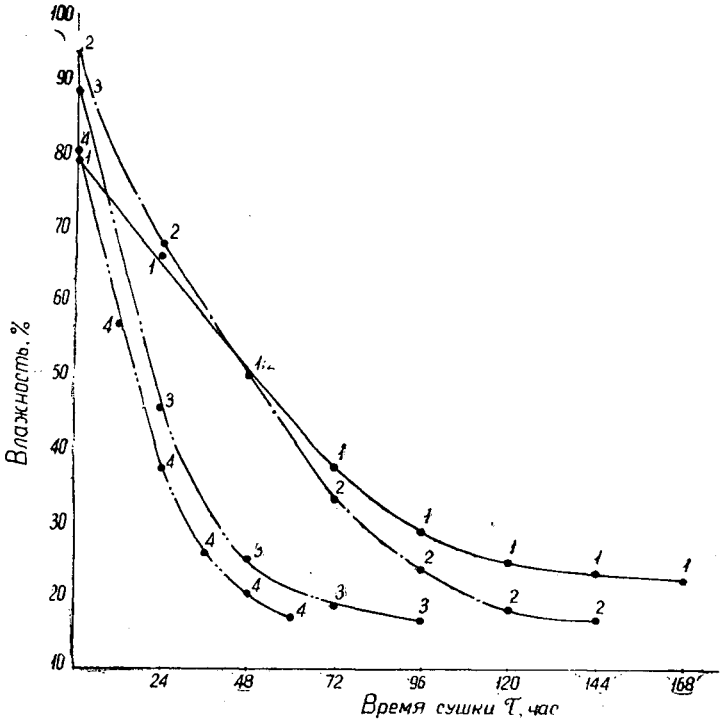


Рис. 2.

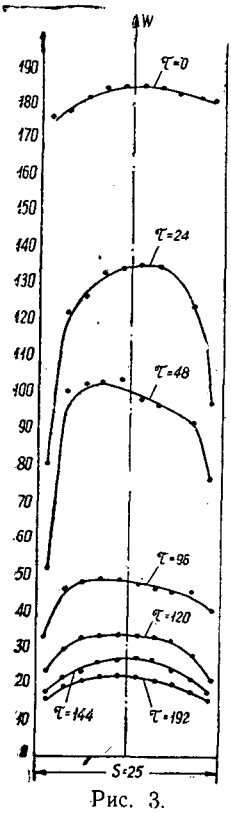


Рис. 3.

ности по сечению материала в процессе сушки пиломатериала толщиной 25 *мм* при температуре агента сушки + 5° С. При других температурах подобные графики не показаны, поскольку они идентичны представленным. Следовательно, при скорости циркуляции агента сушки 1,5 *м/сек* пиломатериалы толщиной 25 *мм* можно высушить до транспортной влажности при условии поддержания относительной влажности воздуха в камере на таком уровне, при котором равновесная влажность древесины стремится к 10—12%.

Эксперименты показали, что при постоянной скорости циркуляции агента сушки 2 *м/сек* пиломатериалы толщиной 40 *мм* можно высушить до транспортной влажности при условии поддержания относительной влажности воздуха в камере на таком уровне, при котором равновесная влажность древесины стремится к 15—16%.

На рис. 4 изображены кривые сушки пиломатериала толщиной 50 *мм* при различных температурах.

На рис. 5 представлен график распределения влажности по сечению материала в процессе сушки при температуре + 5° С.

Следовательно, пиломатериал толщиной 50 *мм* можно высушить до транспортной влажности (при скорости циркуляции 2 *м/сек*) при условии

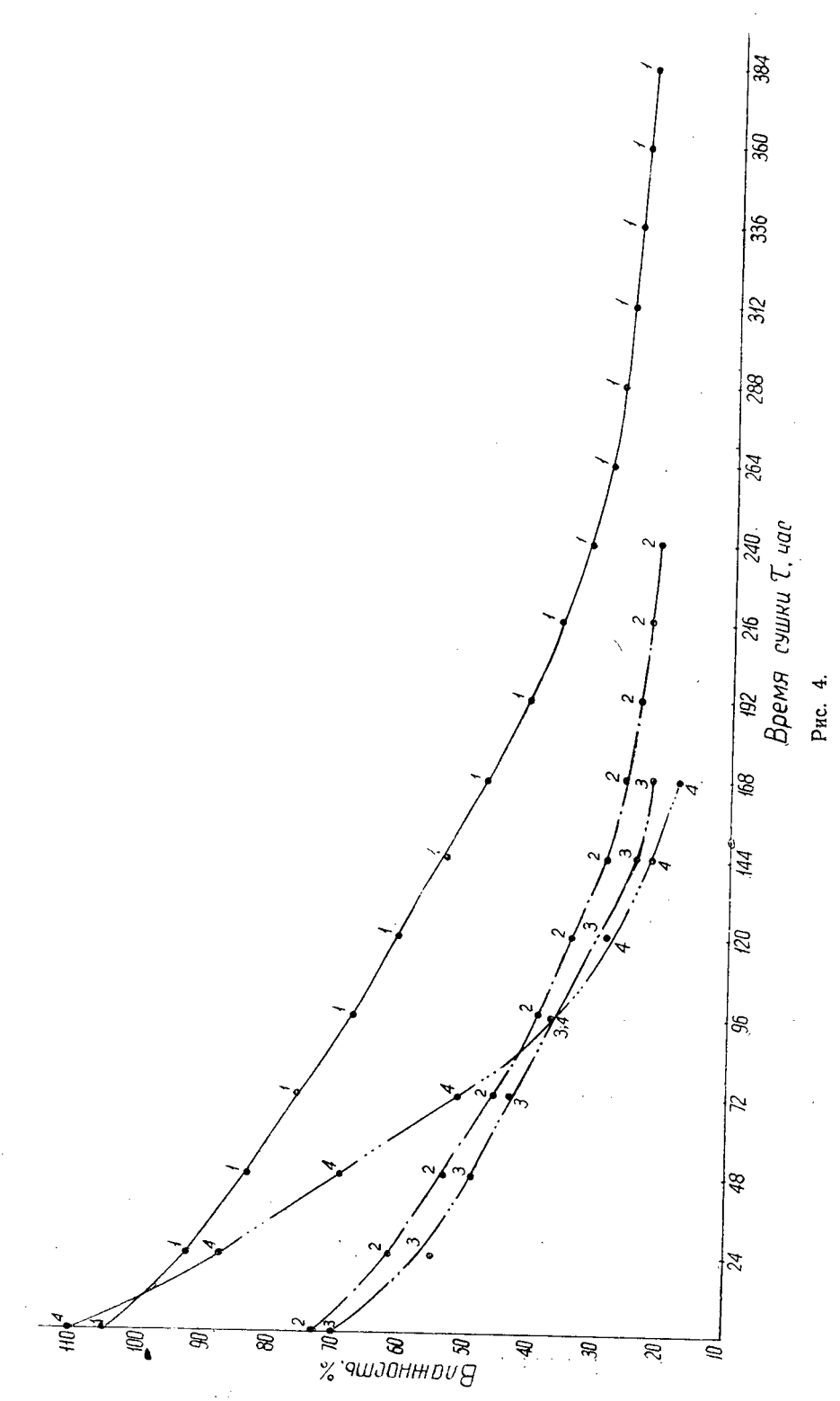

Влажность, %
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
24
48
72
96
120
144
168
192
216
240
264
288
312
336
360
384
Время сушки τ, час

Рис. 4.

пиловочника первого сорта в комлевых бревнах диаметром 28—34 *см* равна 67,6, в некомлевых — 30,9%.

Разница долевого участия первосортного пиловочника в комлевых и некомлевых бревнах объясняется прежде всего различной степенью развития сучков. Около 45% сырья имело здоровые, видные с поверхности сучки. Комлевых бревен с такими сучками оказалось 13,3, некомлевых — 64,8%. Некомлевые имеют главным образом мелкие и средние сучки. Комлевых бревен с одиночными мелкими здоровыми сучками встречалось немного. Количество бревен с сортообразующими пороками (гнилые сучки, раневые пятна) равно соответственно 2,8 и 4,6% *. Бревен с гнилью в одном торце — около 12% **. Наиболее распространенные размеры односторонней гнили находятся в пределах 1/8—1/3 диаметра бревна.

Количество бревен с пасынками 0,7%. Пиловочник с кривизной (односторонней и разносторонней) составляет 3%. Трещины, прорость и сухобокость встречаются соответственно у 0,4; 0,2 и 0,2% бревен. Пиловочника с червоточиной, грибными окрасками и другими послерубочными пороками не было. Общее количество осиновых бревен с древесными пороками, снижающими сортность, составило 68,7%.

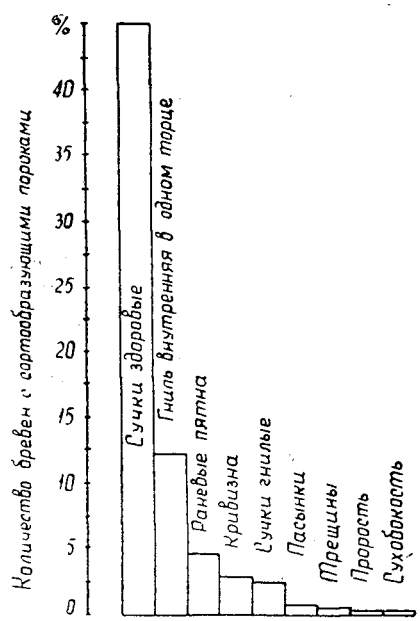


Рис. 1.

На рис. 1 показана встречаемость осиновых бревен (диаметром 14—40 *см*) с сортообразующими пороками по ГОСТу 9462—60. При обследовании осинового сырья замечено большое количество бревен со вздутиями от заросших сучков. Высота вздутий на отдельных бревнах достигает 40 *мм*, а их количество — 10 шт. Под большинством вздутий залегание заросших сучков находилось на уровне боковой поверхности бревен, а диаметр достигал 30 *мм*. Общее количество бревен со вздутиями составило 4,7%. По ГОСТу 9462—60 в лиственном пиловочнике вздутия от заросших сучков не нормируются. В табл. 2 приведены данные сравнительной сортировки осиновых бревен по ГОСТу 4534—48 и новому унифицированному ГОСТу 9462—60. Из таблицы видно, что из 1300 бревен первого сорта (по ГОСТу 4534—48) во второй сорт перешло 21,8% и в дрова 0,6% (по ГОСТу 9462—60). Значительная часть пиловочника третьего сорта (ГОСТ 4534—48) по новому стандарту перешла в низкосортные группы. Из полученных данных видно, что при сортировке осинового пиловочника по ГОСТу 9462—60 (по сравнению с ГОСТом 4534—48) количество бревен первого сорта уменьшилось на 3,2%, а количество дров увеличилось на 1%. Это увеличение произошло, главным образом, в связи с уменьшением допускаемых норм гнили по новому стандарту

* Влияние раневых пятен учтено приближенно, так как специальных исследований не было проведено.

** Гниль в одном торце в дальнейшем будем именовать односторонней.

Таблица 2

Сорт по ГОСТу 4534—48	Количество бревен, шт.	Распределение бревен (%) по сортам (ГОСТ 9462—60)				
		I	II	III	IV	дрова
1	1300	77,6	21,8	—	—	0,6
2	1199	12,6	72,0	13,7	1,4	0,3
3	1068	0,7	8,8	62,3	14,0	14,2
Дрова	168	—	7,9	22,4	43,6	26,1

в пиловочнике средних диаметров. Уменьшение пиловочника первого сорта объясняется повышением требований ГОСТа 9462—60 к допускаемому количеству здоровых сучков. Что касается допускаемого размера гнили и некоторых других пороков в крупном пиловочнике первого сорта, то он по новому стандарту заметно увеличен. Однако из-за повышенной роли одиночных здоровых сучков это увеличение не достигает цели. Например, мы встречали некомлевые бревна диаметром вершинного торца 40 *см* с дуплом (гнилью) 12 *см*, в комлевых торцах имеются морозобойные трещины до 12 *см*, на боковых поверхностях всего лишь по одному здоровому сучку размером до 25 *мм*. По первым двум порокам такие бревна удовлетворяют требованиям первого сорта, но из-за наличия сучков они относятся ко второму сорту.

По новому ГОСТу для крупного пиловочника четвертого сорта нормы гнили установлены в зависимости от длины бревен. Крупные комлевые бревна без табачных сучков, с гнилью в комлевых торцах (размер гнили равен 1/2 диаметра) следовало бы допускать в состав пиловочного сырья не зависимо от длины бревен *. Это позволило бы полнее, а главное, экономнее использовать лесные ресурсы.

В обследованном сырье оказалось значительное количество бревен с механическими повреждениями. Общее количество их составляет 7%. Основные повреждения — скол и запилы. Количество бревен со сколами — 2,2, с запилами — 4,8, в том числе с многосторонними запилами — 1,4%. Удельный вес бревен со сколами, односторонними и многосторонними запилами глубиной более 1/10 диаметра составляет соответственно 2,2; 1,5 и 0,3% обследованного сырья. Таким образом, в общей массе сырья количество пиловочника четвертого сорта по механическим повреждениям составило 4%. Технический брак допущен, главным образом, на эстакадах нижнего склада. Часть бревен (преимущественно комлевые) встречалась со сколами в комлевых торцах (повреждение при валке деревьев).

На основе данных, полученных при обследовании осиновых бревен, можно сделать следующие предложения.

В интересах правильной оценки пиловочных бревен, формирования их в сортовые группы с наибольшей качественной однородностью древесины нормы требований к осиновому сырью в отношении единичных здоровых сучков, заболонной гнили и проросли необходимо увеличить, а по совокупности пороков — уменьшить. Вздутия от заросших сучков осиновых бревен необходимо включить в нормы допускаемых пороков нового ГОСТа 9462—60. Это позволит точнее определять посортный состав бревен и улучшит качество пиловочника высших сортов.

* Комлевые бревна в большинстве случаев встречаются с напенной гнилью, распространение которой заканчивается нередко на первом метре от комлевого торца.

Поступила в редакцию
31 августа 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 668.473 : 62 — 493 : 66.061.3/.5

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СКОРОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ЭКСТРАГИРОВАНИИ ОСМОЛЬНОЙ ЩЕПЫ БЕНЗИНОМ

А. Е. СОСНИН

Доцент, кандидат технических наук

М. М. ЗАГУЛЯЕВА

Старший лаборант

(Архангельский лесотехнический институт)

Изучению механизма процесса экстрагирования смолистых веществ из древесины посвящен ряд работ [3], [4], [5], [6], [7].

Большинство авторов приходит к выводу, что решающая стадия этого процесса — диффузия растворенной канифоли в капиллярах древесины.

По нашему мнению, существует два возможных, наиболее перспективных способа повышения интенсивности канифольно-экстракционного процесса — значительное увеличение степени измельчения осмола при обеспечении равномерности (которая может быть достигнута применением специальных механизмов) и воздействие на процесс диффузии растворов канифоли в древесине. К средствам воздействия, по-видимому, можно отнести не только повышенную температуру, давление или циркуляцию растворителя, а также ультразвук [1]. Мы полагаем, что можно и механически воздействовать на древесину для разрушения ее структуры и для отжима растворенной канифоли.

В основу нашей работы была положена идея применения механической обработки щепы прессованием. Предполагалось, что при этом будет происходить нарушение структуры древесины и ее клеточных оболочек. Рядом исследований доказано [8], что при горячем прессовании происходит не только ее уплотнение и увеличение объемного веса, но и нарушение структуры клеток; при прессовании в радиальном направлении происходит, в основном, уплотнение ранней части годичного слоя и смятие трахеид. Как известно [2], в просмоленной древесине ядра смолистые вещества, в основном, находятся в полостях трахеид, поэтому путем прессования некоторую часть смолистых можно выдавливать. Это послужило основанием для разработки В. Л. Агентовым [9] специального метода извлечения смолистых из осмола. Следовало ожидать, что частичное выдавливание их к периферии будет иметь место и при холодном прессовании, что должно облегчить последующее извлечение канифоли бензином.

Вначале мы провели около 20 предварительных опытов с образцами осмола в виде пластинок размерами 20 × 20 × 4 *мм*. Прессова-

ле осуществляли на лабораторном гидравлическом прессе в направ-
ении, перпендикулярном широким граням, что соответствовало тан-
ентальному направлению по отношению к расположению годичных
олец. Удельное давление достигало 150 *кГ/см²*. Сам процесс нагру-
ения древесины до предельного давления продолжался не более
) *сек*. Спрессованные кусочки осмола имели значительно меньший
бъем, а на торцовых поверхностях были заметны капли выделенных
олистых веществ. Последующее экстрагирование бензином одинако-
ых навесок прессованной и непрессованной древесины по одному и
ому же режиму показало, что степень извлечения канифоли из предва-
ительно раздавленного в прессе осмола доходила до 82,5%; при экст-
агировании непрессованной древесины максимальный выход соста-
ил 61,2%.

Дальнейшие опыты проводили с заводскими образцами осмольной
епы влажностью 10—11%.

Методика проведения работы. Навеску щепы около 25 *г* засыпали
специальную металлическую круглую форму диаметром 80 *мм* и вы-
отой 30 *мм*. Сверху устанавливали поршень такого же диаметра и
робу щепы прессовали на гидравлическом прессе до достижения
ределенного удельного давления. Скорость напружения была макси-
ально возможной; вся операция длилась 10—15 *сек*, после чего на-
рузку сразу же снимали. После прессования щепа имела вид доволь-
плотной лепешки, которая разрыхлялась с некоторым усилием.
бъемный вес разрыхленной щепы был на 13—15% больше, чем ис-
одной. Экстрагирование канифоли проводили бензином (с температу-
ой кипения 80—120° С) в колбах с обратным холодильником при на-
евании на кипящей водяной бане по следующему режиму: пробу
епы заливали 100 *мл* бензина и нагревали в течение 1 *часа*. Затем
створ сливали и в нем определяли канифоль путем титрования ще-
очью, а щепу заливали свежей порцией бензина и снова нагревали в
чение 1 *часа*. Третью операцию нагревания с бензином продолжали
часа. Общая продолжительность процесса составляла 4 *часа*, а рас-
од бензина 300 *мл*. Затем щепу подсушивали на воздухе и в ней
ределяли остаточную канифоль экстрагированием серным эфиром.

Обессмоленную щепу высушивали при 105° С для определения ко-
чества абс. сухой древесины в пробе. Щепу прессовали до удельных
авлений 28,0; 56,0 и 84,0 *кГ/см²*. При их выборе руководствовались
м, что давление прессования должно быть выше предела прочности
евесины на сжатие в поперечном направлении.

Специальные определения предельного сопротивления сжатию в
перечном направлении (по ГОСТу 633—52) для 28 образцов осмола
ажностью 5% показали, что прочность осмола близка к прочности
бычной ядровой древесины сосны и в расчете на 15%-ную влажность
ставляет 55—59 *кГ/см²*.

Всего было проведено две серии опытов: первая — с общими про-
ами щепы, вторая — с крупной фракцией, полученной после просеи-
ания соответствующей пробы через сито с отверстиями 10 *мм*.

В каждом опыте параллельно экстрагировали навеску непрессо-
анной щепы.

Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что в
льшинстве случаев при увеличении удельного давления прессования
епень извлечения канифоли повышается. При максимальном давле-
ии 84 *кГ/см²* среднее увеличение коэффициента извлечения по срав-
ению с непрессованной щепой составляет 4—6%. При экстрагирова-
ии крупной щепы эта разница доходит до 12,6%.

В большинстве опытов максимальный прирост извлечения канифоли из прессованной щепы наблюдается за первый час экстрагирования. В третью операцию в некоторых опытах отмечается даже снижение скорости извлечения из прессованной щепы по сравнению с обычной. Таким образом, раздавливание осмольной щепы в прессе может увеличить степень извлечения канифоли при экстрагировании бензином примерно на 5%. Одной из главных причин этого увеличения является, по-видимому, перемещение смолистых веществ к торцовым поверхностям отдельных кусочков древесины во время прессования. Для подтверждения правильности такого предположения был проделан ряд опытов с образцами осмола различного размера, которые были подвергнуты прессованию в поперечном направлении, а затем были распилены по длине образца через определенные интервалы.

Для образцов осмола размерами 25 × 12 × 4 *мм* было найдено, что отрезки (длиной 5 *мм*), отмеренные с обоих концов образца, содержали канифоли 20—21%, а оставшаяся средняя часть (длиной 15 *мм*) — 16,4—18,5%. Аналогичная зависимость получена и для образцов осмола других размеров. Это доказывает, что при прессовании осмола имеет место перемещение смолистых от центра к периферии, что облегчает последующее их извлечение бензином.

Второй раздел нашей работы — изучение эффективности применения прессования для выдавливания растворителя, впитанного осмольной щепой во время экстрагирования. Для этого навеску раздавливали в прессе при удельном давлении 84 *кГ/см*^{2} и затем экстрагировали бензином в течение 10 *мин*. После слива бензина щепу повторно прессовали при том же давлении и снова заливали. Таким образом, после каждого слива раствора следовал отжим его из щепы. После трех — пяти циклов щепу подсушивали; в ней определяли остаточную смолистость и количество абс. сухой обессмоленной древесины. Для опытов брали щепу различной влажности, что достигалось искусственным увлажнением той же пробы воздушно сухой щепы и выдерживанием ее в эксикаторе в течение нескольких суток. Влажность определяли непосредственно перед проведением опыта. Параллельно проводили контрольный опыт со сменой растворителя без отжима. Результаты первой серии опытов представлены в табл. 1; при этом первые две

Таблица 1

№ пробы щепы	Степень измельчения щепы до 15 *мм*, %	№ опыта	Влажность щепы, %	Степень извлечения канифоли, %	
				без прессования	с прессованием
4	78	1	5,0	55,70	74,30
		2	26,0	51,07	77,48
1	70	3	5,0	47,67	64,72
		4	25,0	35,48	66,55
7	81	5	12	61,79	83,90
		6	29,55	41,73	84,57
		7	29,68	44,84	81,21
8	84	8	5,0	67,10	84,11
		9	26,0	52,61	81,61
9	80	10	5,5	63,46	83,74
		11	22,0	48,64	82,13

пробы (1 и 4) щепы перед опытами хранили в лаборатории около года, а остальные испытаны через две недели после отбора на заводе. Все пробы были предварительно проанализированы на содержание канифоли, которую определяли весовым методом.

Как и следовало ожидать, при экстрагировании со сменой растворителя, но без прессования получен значительно меньший коэффициент извлечения канифоли. В отдельных опытах эта разница доходит до 35—40%. Так, в опыте № 6 степень извлечения без прессования составляла 41,73%, а с прессованием — 84,57%. При использовании свежей щепы во всех опытах с применением прессования извлекалось более 80% канифоли.

Большой интерес представляет сравнение результатов опытов со щепой различной влажности. При экстрагировании влажной щепы без прессования выход канифоли получается значительно меньше, чем в аналогичных опытах со щепой низкой влажности. Снижение выхода достигает 20% Отрицательное влияние влажности осмола практически не обнаруживается в опытах с применением прессования. Снижение выхода канифоли составляет всего 1,5—2%. Таким образом, применение отжима бензина из щепы позволяет извлечь более 80% канифоли за 30 *мин* обработки даже из осмола с влажностью 26—29%. Из практики заводов известно, что при переработке осмола, влажность которого превышает 25%, не удается извлечь более 80—85% канифоли за 5—6 *час* экстрагирования. При пятикратной смене растворителя и пятикратном отжиме за 50 *мин* экстрагирования бензином удалось извлечь 88,5—89,5% канифоли (количество, практически максимально достижимое при заводской переработке осмола с влажностью 10—15%). Аналогичные опыты по указанной выше методике были проведены с уменьшенным количеством растворителя. Результаты представлены в табл. 2. Для каждого экстрагирования брали 30 *мл* бен-

Таблица 2

№ пробы щепы	Степень измельчения щепы до 15 *мм*, %	№ опыта	Влажность щепы, %	Степень извлечения канифоли, %		
				без прессования	с прессованием	
					трехкратным	пятикратным
10	82	1	12,4	—	72,25	—
		2	21,0	48,52	73,58	—
11	82	3	13,36	54,15	78,65	—
		4	20,0	47,10	77,25	—
10	82	1	12,40	62,20	—	84,36
		2	21,0	—	—	88,70
11	82	3	13,36	68,69	—	90,31

зина, то есть в 3,3 раза меньше, чем в предыдущих опытах. Время одного экстрагирования 10 *мин*. При трехкратной смене растворителя с прессованием максимальный выход канифоли составил 78,65%, без прессования — 54,15%. При пятикратной смене растворителя с пятикратным прессованием максимальный выход канифоли составил 90,31% при общем расходе бензина 150 *мл* на 25 *г* щепы за 50 *мин* экстрагирования. Эти данные показывают, что применяя механический отжим бензина от щепы, можно добиться высокого коэффициента извлечения канифоли при сокращенном расходе растворителя.

Результаты работы позволяют также сделать вывод, что извлечение канифоли (даже с применением отжима растворов) на последних стадиях процесса идет сравнительно медленно. В одном из опытов навеску осмольной щепы обрабатывали кипящим бензином в течение 2 *час*; при этом было извлечено около 50% канифоли. После слива экстракта щепа содержала около 40,5% бензина по весу. При отжиме в прессе между листами фильтровальной бумаги щепа потеряла две трети впитанного бензина, но количество извлеченной при отжиме канифоли составило всего около 5% от исходной. Если в условиях опыта концентрацию канифоли выразить в *г* на 1 *л*, то первичный экстракт содержал 13,5 *г/л*, отжатый раствор — 29,5 *г/л*, а оставшийся в щепе после отжима — 482 *г/л*.

Таким образом, большая часть смолистых в условиях опыта не смогла перейти в заполненные бензином капилляры и осталась нерастворенной, несмотря на высокую разность концентраций растворов в древесине.

Выводы

1. Показано, что предварительное прессование осмольной щепы при удельных давлениях, превышающих предел прочности древесины, позволяет увеличить степень извлечения канифоли при экстрагировании бензином на 4—5%.

2. Разработка процесса экстракции канифоли, в котором будет сочетаться обработка щепы бензином с его последующим механическим отжимом, даст возможность сократить общую длительность процесса до 30—60 *мин*. Скорость извлечения канифоли в этих условиях практически не зависит от влажности сырья.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. М. Гинстлинг, А. А. Барам. Ультразвук в процессах химической технологии. Госхимиздат, 1960. [2]. Л. А. Иванов. Биологические основы добывания терпентина в СССР. Гослесбумиздат, 1961. [3]. В. Н. Козлов, Л. В. Голиков, ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1961. [4]. С. Я. Коротов. Труды ВЗЛТИ № 3, 1958. [5]. С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962. [6]. В. И. Лисов. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 2, 1964. [7]. Л. В. Меньшикова, С. Я. Коротов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962 и № 1, 1963. [8]. В. Е. Москалева. Строение древесины и его изменение при физических и механических воздействиях. Изд-во АН СССР, 1957. [9]. А. Л. Пирятинский. М. М. Сорокин. Журн. «Лесохимическая промышленность» № 5, 1933.

Поступила в редакцию
8 марта 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК [547. 992.3 + 547.562] : 676.11.082

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СУЛЬФАТНОГО ЩЕЛОЧНОГО ЛИГНИНА С ФЕНОЛОМ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

А. Д. ИВАНЕНКО

Младший научный сотрудник

В. М. НИКИТИН

Профессор, доктор химических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Вопрос взаимодействия щелочного лигнина с фенолом в щелочной среде является важным для познания механизма процесса образования лигнин-фенол-формальдегидных смол.

Опубликовано большое число работ по изучению реакции разнообразных лигнинов с фенолами в кислой среде [2]. Исследований взаимодействия лигнинов с фенолами в щелочной среде не проводилось. Косвенные указания на возможность взаимодействия природного лигнина с некоторыми фенолами при повышенных температурах сульфатной делигнификации целлюлозы имеются в работах Д. В. Тищенко и М. Я. Зарубина [4].

Нами проведены опыты по изучению взаимодействия фенола со щелочным сульфатным лигнином, осажденным из черного щелока углекислотой под давлением [3].

Для опытов были приготовлены смеси, состоящие из 20 *г* фенола, 20 *г* лигнина, 9,5 *г* едкого натра, растворенного в 250 *мл* воды. Из реактивов, взятых в таких соотношениях, с добавкой формальдегида приготовляли лигнин-фенол-формальдегидные смолы. Такие смеси нагревали в однолитровом вращающемся автоклаве в течение 3 *час*, включая и 45 *мин* на подъем температуры. Фенол вводили в смесь после достижения температуры 70° С.

Сразу же после введения фенола и перемешивания отбирали пробу для определения свободной щелочности и свободного фенола, а затем через каждые полчаса пробы отбирали для анализа.

Проведено 4 опыта нагревания лигнина со щелочью при температурах 75, 100, 150 и 200° С.

Щелочность определяли методом потенциометрического титрования, а свободный фенол — по способу Коппешаара [1].

Методика количественного определения фенола заключалась в том, что 25 *мл* испытуемой смеси растворяли в 100 *мл* уксусной кислоты и объем доводили дистиллированной водой до 350 *мл*. Фенол при этом целиком переходил в раствор. Затем раствор отфильтровывали от лигнина и в фильтрате определяли фенол бромид-броматным методом. Во всех случаях при всех исследованных температурах

количество определяемого фенола после реакции с лигнином не изменялось по сравнению с исходным.

Таким образом, в результате исследований установлено, что ни при 75, ни при 200° С фенол не реагирует с лигнином в щелочной среде, поэтому в лигнин-фенол-формальдегидных смолах, получаемых при поликонденсации в щелочной среде, не образуется связей между лигнином и фенолом.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. К. А. Андрианов, Д. А. Кардашев. Практические работы по искусственным смолам и пластмассам. Госхимиздат, 1946. [2]. Ф. Браунс, Д. Браунс. Химия лигнина. Изд. «Лесная промышленность», стр. 548, 1964. [3]. В. М. Никитин, А. В. Оболенская, А. Д. Иваненко, В. М. Скачков. Журн. «Бумажная промышленность» № 11, 1963. [4]. Д. В. Тищенко, М. Я. Зарубин. ЖПХ, 35, 12, 1962, 2724.

Поступила в редакцию
4 января 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 674.08 : [547.914 : 668.44]

ИСПЫТАНИЕ В КАЧЕСТВЕ МЯГЧИТЕЛЯ ОТСТОЙНЫХ СМОЛ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ШВЕЛЕВАНИИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ.

Э. М. ЦАЦКА

Доцент, кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Регенератное производство в качестве мягчителя использует смолы, полученные при сухой перегонке высокосмолистой сосновой древесины — осмола и при термолизе менее смолистой древесины хвойных пород с некоторой примесью лиственных [1], [2], [3], [5]. Однако не все смолы, полученные указанными способами, по качеству и стоимости удовлетворяют требованиям, предъявляемым к мягчителю. Поэтому в целях дальнейшего развития регенератной промышленности необходимо изыскивать новые возможности получения недорогих смол, пригодных для регенерации резины. К числу таких возможностей относится энергохимическое использование древесных отходов. В этом направлении нами были проведены соответствующие эксперименты.

Материалы, характеризующие полузаводские опыты по швелеванию в топке-генераторе древесных отходов фанероспичечного и деревообрабатывающего комбинатов, помещены ранее [4]. В данной статье мы приводим результаты лабораторных испытаний образцов смол и их смесей в качестве мягчителя при регенерации резины, которые выполнены в научно-исследовательском институте шинной промышленности под руководством С. А. Соколова и Т. В. Дороховой.

Проведены две серии испытаний. В первой из них применено четыре образца отстойных смол, полученных в опытах при швелевании смесей древесных отходов № 1 и 2 (состоящих из лиственных пород — 57,5% осины и 42,5% березы) и в опыте № 1 при швелевании смеси древесных отходов № 3 (состоящей на три четверти из хвойных пород). Во второй серии испытано два образца отстойных смол, полученных в опытах № 2 и 3 при швелевании смеси древесных отходов № 3, и два образца смесей, составленных из равных частей отстойных смол, уловленных в опытах при раздельном швелевании смесей древесных отходов № 1 и 3.

Все испытания проведены при регенерации резины водонейтральным методом с образцами смол и их смесей, промытых водой в отношении 1 : 1, как правило, один раз. В первой серии регенерировали протекторную и шинную резины, образцы смол в качестве мягчителя применяли индивидуально, в смеси с мазутом и со смолой Белорусской. Во второй серии испытаний регенерировали цельношинную и

камерную резины, образцы смол в качестве мягчителя применяли индивидуально и в смеси с мазутом; контрольным мягчителем служила смола Ижевская, на которой в настоящее время работает регенератная промышленность.

Испытания показали, что все образцы отстойных смол, полученных при швелевании древесных отходов лиственных пород, по своим регенерирующим свойствам равноценны; применяя их в качестве мягчителя (при регенерации протекторной резины водонейтральным методом) получают регенерат, пластоэластические показатели которого не соответствуют стандартным. Употребляя в качестве мягчителя (при регенерации протекторной и шинной резин водонейтральным методом) отстойную смолу, полученную при швелевании древесных отходов, которые на три четверти состоят из хвойных пород, можно выработать регенерат с удовлетворительными пласто-эластическими свойствами. Применяя в качестве мягчителя (при регенерации цельношинной и камерной резин водонейтральным методом) образцы отстойных смол, полученные при швелевании древесных отходов, которые на три четверти состоят из хвойных пород, а также образцы смесей отстойных смол лиственных и хвойных с прибавлением мазута ко всем образцам, получают регенерат с близкими физико-механическими свойствами, отвечающий требованиям ГОСТа 3350—54.

Положительные результаты последних испытаний дают основание считать целесообразным провести подобные работы в полузаводских и производственных условиях с тем, чтобы подтвердить лабораторные показатели испытаний и выяснить технологические свойства исследуемых смол.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Д. Кацнельсон, Ю. Н. Корчунов, А. А. Ливеровский, В. В. Померанцев, К. Д. Сыркина, Д. В. Тищенко, Э. М. Цацка, Э. И. Шмулевская. Слоевые методы энергохимического использования топлива. Госэнергоиздат, 1962. [2]. А. А. Ливеровский, Э. И. Шмулевская, Г. А. Макарова, Л. Е. Подгорская. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 1957. [3]. А. А. Ливеровский, Э. И. Шмулевская, С. Н. Соколов. ЖПХ. Вып. 12, 1957. [4]. Э. М. Цацка, Л. С. Романовская. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1964. [5]. Э. И. Шмулевская. К использованию осадочной смолы, получаемой при сжигании проэкстрагированной осмольной щепы в скоростной топке ЦКТИ — Померанцева. Труды ЛТА, № 80, 1958.

Поступила в редакцию
15 декабря 1964 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 676.1.022.168 : 676.1.022

ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕЛОКОВ ОТ ГОРЯЧЕГО ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ ДЛЯ СУЛЬФИТНОЙ ВАРКИ

Ю. Н. НЕПЕНИН

Доцент, кандидат технических наук

А. Д. БУЕВСКАЯ

Младший научный сотрудник

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для приготовления варочной кислоты использовали образцы отработанных щелоков от облагораживания, полученные в опытах, описанных в одной из наших работ *. Количество задаваемого щелока рассчитывали по содержанию в нем Na_2O, способной связываться с SO_2. Все варки проводили в запаянных стеклянных трубках, которые помещали в автоклавы, залитые водным раствором сернистой кислоты с таким же содержанием всей SO_2, что и варочная кислота в трубках. Автоклавы нагревали на масляной бане.

Первую серию варок проводили с кислотой средней крепости, содержащей 5,0% всей SO_2 и 0,65% N_2O. Для приготовления кислоты использовали образцы щелоков № 7, 8 и 9, полученные при облагораживании небеленой, хлорированной и беленой целлюлозы. Предварительно щелока упаривали в два раза, так как концентрация «связываемой» Na_2O в них была недостаточно высокой для приготовления варочной кислоты на 100%-ном щелоке.

В табл. 1 указан состав щелоков после упаривания.

Таблица 1

№ щелока	Облагораживаемая целлюлоза	Сухой остаток, %	Зольный остаток, %		Органический остаток, % к сухому остатку	Na_2O „связываемая", %	Отношение Na_2O „связываемой" к органическому остатку
			к щелоку	к сухому остатку			
			Упаренные в ~ 2 раза				
7	Небеленая . . .	5,62	2,48	44,20	55,80	0,65	1,16
8	Хлорированная .	5,55	2,23	40,24	59,76	0,65	1,08
9	Беленая	5,60	2,30	41,04	58,96	0,65	1,12
			Упаренные в ~ 3 раза				
7	Небеленая . . .	8,68	3,77	43,43	56,57	0,77	1,36
8	Хлорированная .	9,38	3,77	40,25	59,75	0,77	1,28
9	Беленая	8,32	3,53	42,40	57,60	0,80	1,39

Ю. Н. Непенин, А. Д. Буевская, Т. В. Назаренко. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1965.

Все варки проводили по следующему температурному режиму: подъем до 105° С — 2 *часа*, стоянка на 105° С — 3 *часа*, подъем до 140° С — 2 *часа* 15 *мин*, стоянка на 140° С — 2 *часа* 30 *мин*.

Результаты варок приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ варок	Варочная кислота		Целлюлоза		Конечный щелок			
	вся SO_2, %	состав основания по отношению к его общему количеству (0,56% Na_2O)	выход, %	жесткость, перманганатных единиц	вся SO_2, %	титруемая кислотность, % SO_2	легкоотщепляемая SO_2, %	SO''_4, % SO_2
22	5,0	100% NaOH	49,75	42	2,66	3,42	0,80	0,25
23	5,0	100% щелока № 7 . . .	53,60	>140	0,32	2,18	0,54	2,31
24	5,0	„ „ № 8 . . .	55,[illegible]8	>140	0,42	2,01	0,[illegible]4	2,12
25	5,0	„ „ № 9 . . .	55,50	>140	0,48	2,01	0,61	1,88
26	5,0	50% NaOH+50% щелока № 7	48,7[illegible]	105	1,09	2,69	0,70	1,38
27	5,0	50% NaOH+50% щелока № 8	49,25	95	1,25	2,75	0,7[illegible]	1,28
28	5,0	50% NaOH+50% щелока № 9	50,00	74	1,38	2,82	0,70	1,28

Вторую серию варок проводили на крепкой кислоте. Содержание всей SO_2 в кислоте составляло 8%, количество основания было снижено до 0,56% Na_2O. Состав основания по содержанию щелока от облагораживания был тот же, что и в первой серии варок (100 и 50%). Для варки были использованы щелока от опытов облагораживания № 7, 8 и 9. Щелока, предварительно упаренные приблизительно в три раза, имели состав, указанный в табл. 1.

Варки этой серии проводили по следующему режиму: подъем до 105° С — 2 *часа*, стоянка на 105° С — 2 *часа* 30 *мин*, подъем до 135° С — 2 *часа*, стоянка на 135° С — 1 *час* 45 *мин*.

Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ варок	Варочная кислота		Целлюлоза		Конечный щелок			
	вся SO_2, %	состав основания по отношению к его общему количеству (0,56% Na_2O)	выход, %	жесткость, перманганатных единиц	вся SO_2, %	титруемая кислотность, % SO_2	легкоотщепляемая SO_2, %	SO''_4, % SO_2
29	3,0	100% NaOH	45,00	53	4,90	5,82	0,90	0,25
30	8,0	100% щелока № 7 . . .	48,39	>140	2,14	4,61	0,77	2,67
31	8,0	„ „ № 8 . . .	5[illegible],50	>140	1,50	4,16	0,67	2,81
32	8,0	„ „ № 9 . . .	48,07	>140	1,98	4,22	0,70	2,37
33	8,0	50% NaOH+50% щелока № 7	46,67	93	3,52	5,08	0,83	1,37
34	8,0	50% NaOH+50% щелока № 8	46,05	98	3,07	4,86	0,77	1,58
35	8,0	50% NaOH+50% щелока № 9	46,60	80	3,49	5,05	0,83	1,29

Третью серию варок проводили с тем же составом кислоты, что и вторую — 8% всей SO_2 и 0,56% Na_2O. Состав основания в кислоте для всех варок был один и тот же — 50% свежего NaOH и 50% отработанной щелочи от облагораживания. Для приготовления кислоты были

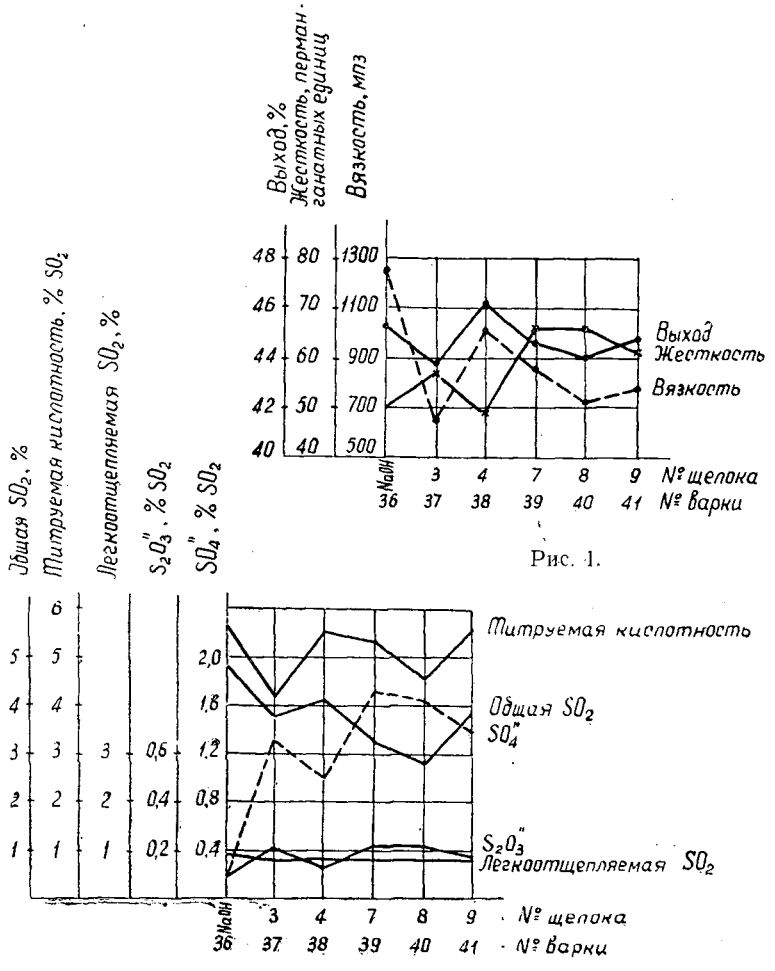


Рис. 1.

Рис. 2.

использованы щелока № 7, 8, 9, щелок № 3 (от облагораживания хлорированной целлюлозы при 95° С и расходе NaOH — 8% от волокна) и щелок № 4 (от облагораживания той же целлюлозы при 95° С и расходе NaOH 11%). В этой серии варок (в отличие от предыдущих) щелока после упаривания (примерно в три раза) отстаивали и осадки (светло-коричневого цвета аморфного вида) отделяли. Эти варки проводили по температурному графику второй серии. На рис. 1 показаны свойства целлюлоз, полученных в третьей серии варок, на рис. 2 — свойства сульфитных щелоков, полученных в этой серии.

Четвертую серию варок проводили с кислотой, в которой в качестве основания использовали неупаренные щелока № 2—4 от облагораживания хлорированной целлюлозы и неупаренные щелока № 7, 8 и 9. Содержание всей SO_2 в кислоте было 8,0%, содержание основания 0,56%. Состав основания в кислоте был следующий: 50% NaOH и 50% щелока от облагораживания.

При приготовлении кислоты для варок этой серии наблюдалось различное поведение растворов. При приготовлении кислоты на щело-

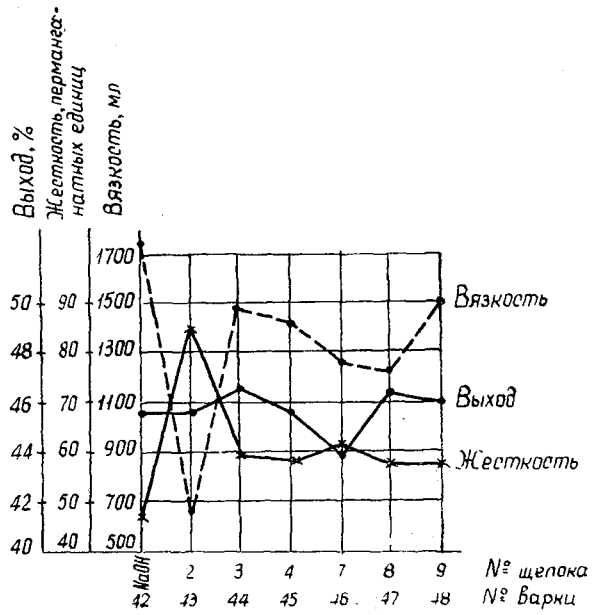


Рис. 3.

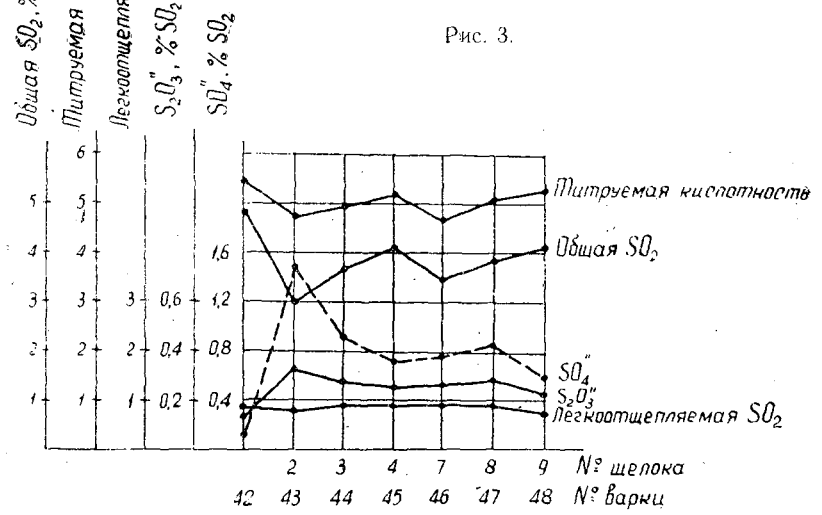


Рис. 4.

ке № 2 образовавшийся осадок смолы хорошо отстаивался, кислота получилась прозрачной, но имела коричневый цвет. При приготовлении кислоты на щелоках № 3, 4, 7, 8 образовывались осадки смол коллоидного характера, кислота была мутной, коричневый цвет раствора при пропускании SO_2 изменился до желтого. При приготовлении кислоты на щелоке № 9 осадок смолы хорошо отфильтровывался, кислота была прозрачной, но коричневый цвет ее также изменился до желтого при пропускании SO_2. Температурный режим варок был тот же, что и во второй и третьей сериях.

На рис. 3 приведены свойства целлюлоз, полученных в четвертой серии варок, на рис. 4 — свойства сульфитных щелоков, полученных в этой серии.

Пятую серию варок проводили * с применением перепуска. Так как варка с перепуском щелока характеризуется более высокой активной кислотностью, содержание основания в кислоте было повышено до 0,8% Na_2O. Перепускной щелок был получен путем прерывания обычной варки после трехчасовой стоянки при 105° С. Варочная кислота содержала 8,0% всей SO_2 и 0,8% Na_2O, из которых 0,34% внесено с неупаренным щелоком № 3 и 0,46% — со свежим NaOH.

Полученный перепускной щелок содержал 0,31% Na_2O, способной связываться с SO_2, в том числе 0,186% Na_2O, связанной в виде Na_2SO_3. Этот щелок добавлялся к варочной кислоте (такого же состава, как кислота в варке для получения перепускного щелока) в количестве 20, 30 и 40% от общего объема кислоты.

Варки проводили по следующему режиму: подъем до 105° С — 2 *часа*, стоянка на 105° С — 3 *часа*, подъем до 135° С — 2 *часа*, варка при 135° С — 2 *часа* 15 *мин*. Результаты варок приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ варок	Варочная кислота				Целлюлоза			Конечный щелок	
	вся SO_2, %	Na_2O, %	состав основания	% перепуска	выход, %	жесткость, перманганатных единиц	вязкость, *мпз*	SO_4'', % SO_2	S_2O_3'' % SO_2
49	8,0	0,8	100% NaOH	Нет	48,8	65	905	0,17	0,13
50	8,0	0,8	58% NaOH+42% щелока № 3	„	49,8	81	1250	0,20	0,22
51	8,0	0,8	58% NaOH+42% щелока № 3	20	47,8	57	706	0,25	0,21
52	8,0	0,8	58% NaOH+42% щелока № 3	30	47,8	69	673	0,28	0,24
53	8,0	0,8	58% NaOH+42% щелока № 3	40	47,6	79	627	0,35	0,24

Шестую серию варок проводили на крепкой кислоте с содержанием 8% всей SO_2 и 0,56% Na_2O. Для приготовления кислоты были использованы щелока от облагораживания (подвергнутые различным предварительным обработкам **) № 5, 5а, 5б, 5в, 5г, а также щелок № 6 от облагораживания целлюлозы при температуре 135° С. Учитывая небольшое содержание «связываемой» Na_2O в щелоке № 5г (0,15%), мы провели две варки. В одной (№ 61) щелок № 5г и раствор NaOH были заданы в таких же объемах, как и в остальных варках этой серии, с целью сохранения одинакового количества органических веществ, попадающих на варку со щелоком, поэтому содержание основания получилось равным только 0,43% Na_2O. При приготовлении кислоты другой варки (№ 60) объем щелока № 5г был тот же, но количество основания за счет добавки NaOH было увеличено до содержания 0,56% Na_2O.

При приготовлении кислоты для этой серии варок наблюдалось выпадение осадков смол, которые во всех случаях хорошо отстаивались. Температурный режим этой серии варок был следующим: подъем до 105° С — 2 *часа*, стоянка на 105° С — 2 *часа* 30 *мин*, подъем до 140° С — 2 *часа* 15 *мин*, стоянка на 140° С — 1 *час* 30 *мин*.

* Исполнитель — ассистент П. А. Демченков.

** Ю. Н. Непенин, А. Д. Буевская, Т. В. Назаренко. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1965.

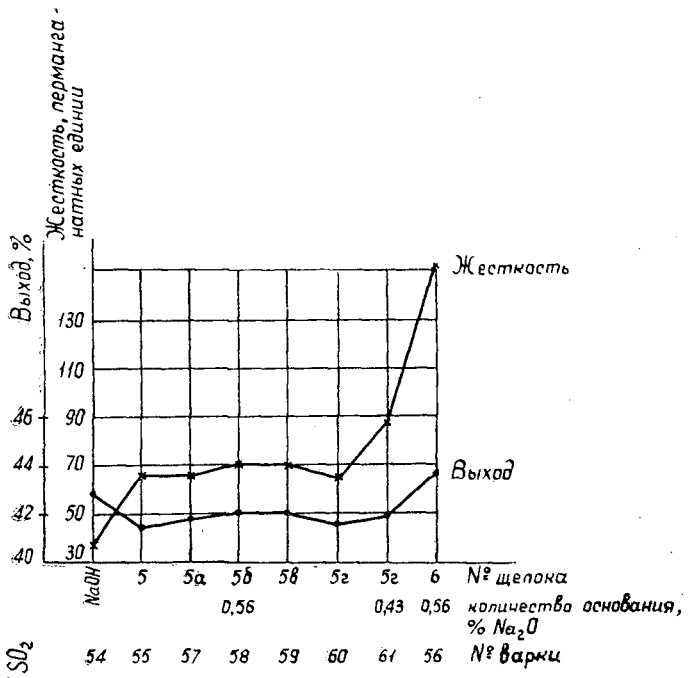


Рис. 5.

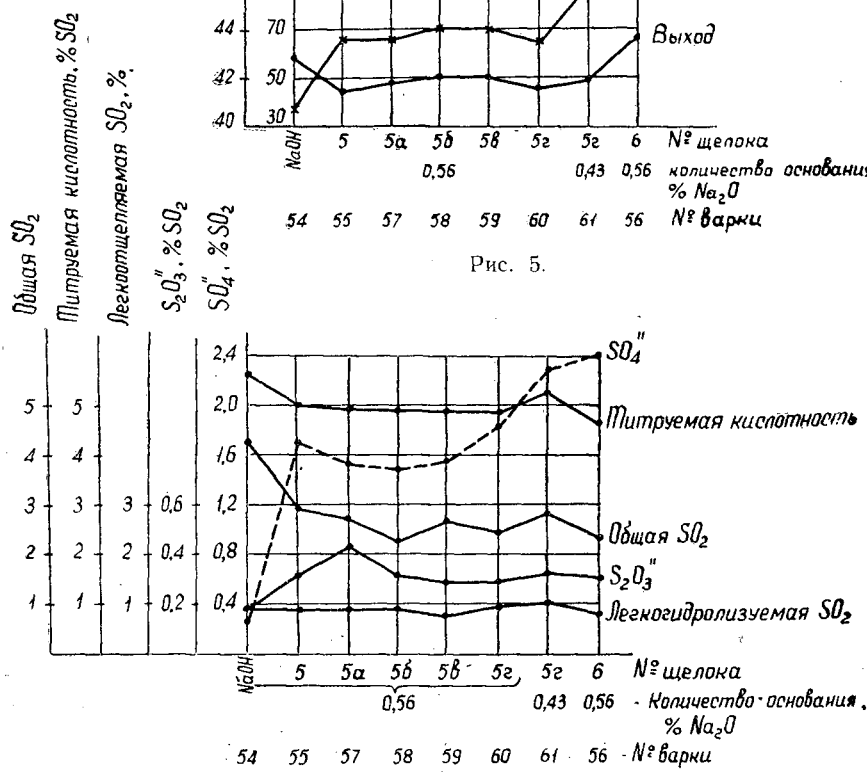


Рис. 6.

На рис. 5 приведены свойства целлюлоз, полученных в шестой серии варок, на рис. 6 — свойства сульфитных щелоков в этой серии варок. Седьмая серия варок была проведена с целью уточнения допустимой добавки различных количеств щелока от облагораживания при приготовлении варочной кислоты.

Варки проводили с кислотой, содержащей 8,0% всей SO_2 и 0,56% Na_2O. Содержание отработанной щелочи от облагораживания в составе основания в кислоте равнялось 50, 40, 30 и 20%. Были использованы щелока № 5 и 6, полученные при различных температурных режимах облагораживания хлорированной целлюлозы.

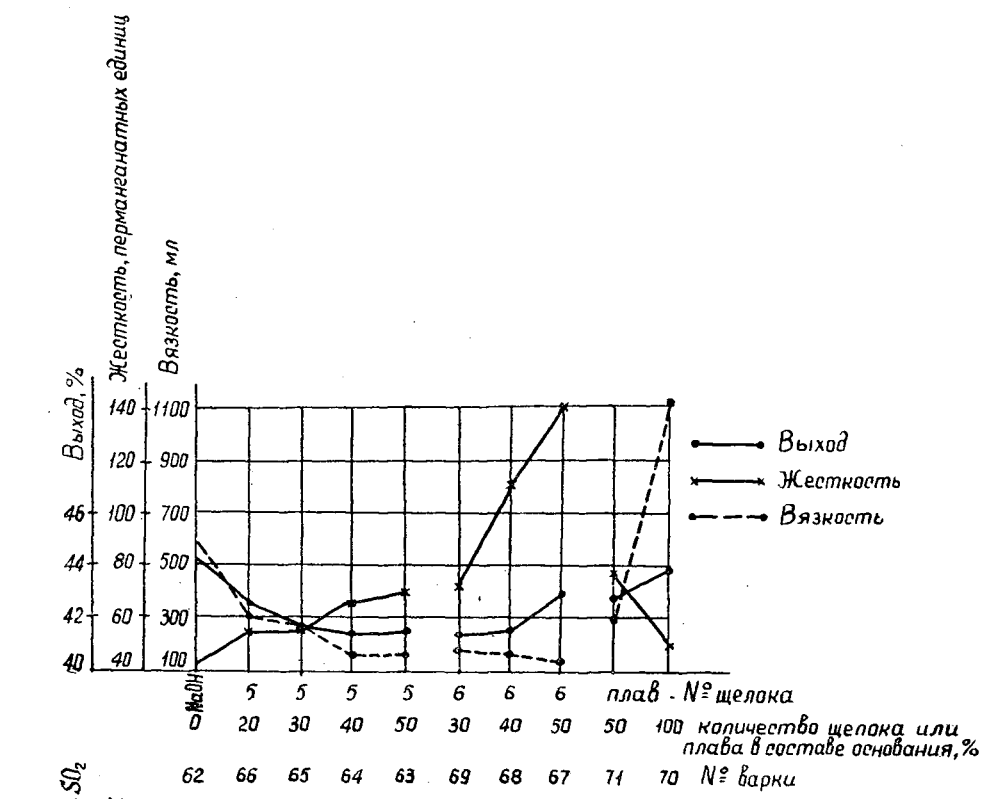

Выход, %
Жесткость, перманганатных единиц
Вязкость, мл
Выход
Жесткость
Вязкость
плав - № щелока
количество щелока или плава в составе основания, %
№ варки

Рис. 7.

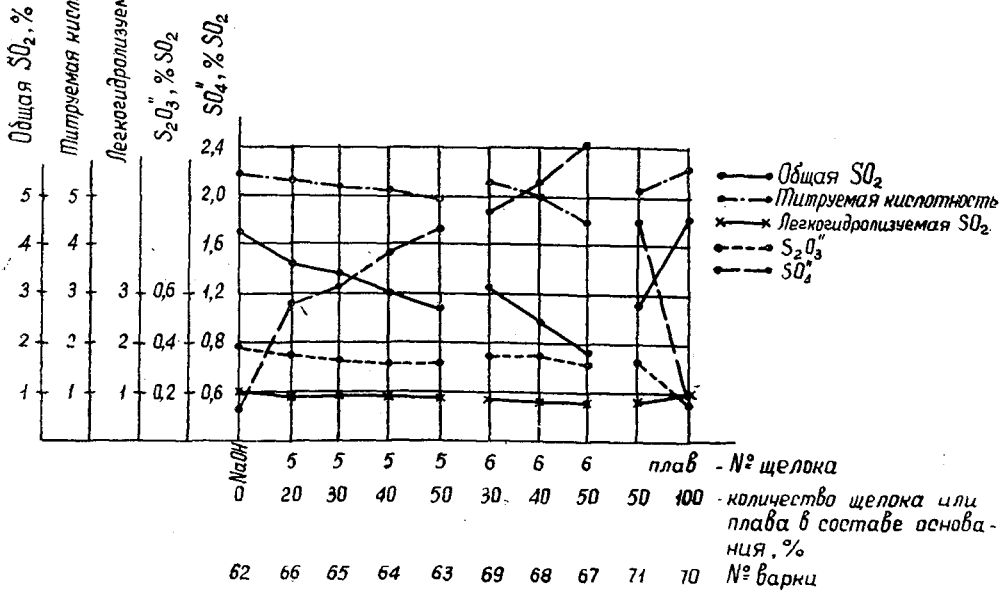

Общая SO_2, %
Титруемая кислотность, % SO_2
Легкогидролизуемая SO_2, %
S_2O_3'', % SO_2
SO_4'', % SO_2
Общая SO_2
Титруемая кислотность
Легкогидролизуемая SO_2
S_2O_3''
SO_4''
плав - № щелока
количество щелока или плава в составе основания, %
№ варки

Рис. 8.

Чтобы выяснить возможность использования щелоков от облагораживания для растворения плава в общей схеме регенерации натриевого основания с последующей карбонизацией и использованием растворов плава для варки целлюлозы была проведена варка на кислоте, содержащей основание в виде 100%-ного плава, и другая варка — на кислоте, содержащей основание, состоящее на 50% из плава и на 50% из щелока от облагораживания. В качестве плава использовали сухой остаток производственного зеленого щелока (в виде порошка). Для освобождения от Na_2S раствор плава подвергали карбонизации путем продувки CO_2 в течение 2 *час* при нагревании на кипящей водяной бане.

Варки этой серии проводили по следующему температурному режиму: подъем до 105° С — 2 *часа* 15 *мин*, стоянка на 105° С — 2 *часа* 30 *мин*, подъем до 140° С — 2 *часа*, стоянка на 140° С — 1 *час* 30 *мин*. На рис. 7 показаны свойства целлюлоз, полученных в седьмой серии варок, на рис. 8 — свойства сульфитных щелоков в этой же серии варок.

Восьмая серия варок была проведена с повышенным содержанием основания в варочной кислоте (0,8% Na_2O). В составе основания содержалось 50% щелока № 5 и 30% щелока № 6 (в связи с отрицательными результатами варок с использованием этого щелока доля его была уменьшена).

Из-за недостаточного содержания «связываемой» Na_2O в щелоках от облагораживания № 5 и 6 пришлось предварительно упаривать их примерно в два с половиной раза. После упаривания щелок № 5 содержал 0,65% «связываемой» Na_2O, а щелок № 6 — 1,05%.

Таблица 5

№ варок	Варочная кислота		Время стоянки на конечной температуре, 140°С	Целлюлоза		Конечный щелок				
	вся SO_2, %	состав основания по отношению к общему его количеству (0,8% Na_2O)		выход, %	жесткость, перманганатных единиц	вся SO_2, %	титруемая кислотность, % SO_2	легкоотщепляемая SO_2, %	S_2O_3'', % SO_2	SO_4'', % SO_2
72	8,0	50% NaOH+50% щелока № 5 . .	1 *час* 30 *мин*	45,14	134	1,92	4,32	0,73	0,29	2,27
73	8,0	50% NaOH+50% щелока № 5 . .	2 *часа* 15 *мин*	41,40	140	1,44	4,08	0,64	0,23	2,54
74	8,0	70% NaOH+30% щелока № 6 . .	1 *час* 30 *мин*	44,86	83	2,46	4,98	0,80	0,39	1,70
75	8,0	70% NaOH+30% щелока № 6 . .	2 *часа* 00 *мин*	40,00	77	2,14	4,61	0,70	0,24	2,60

Температурный режим был принят такой же, как для предыдущей серии варок, с удлинением стоянки на конечной температуре (140° С) для варок № 73 и 75. Результаты варок приведены в табл. 5.

Выводы

1. Возможность успешного проведения варки вискозной целлюлозы при приготовлении варочной кислоты на 100%-ном отработанном щелоке от облагораживания исключена даже при высоком содержании SO_2 в кислоте (8% всей SO_2). Наибольшее количество отработанной щелочи, которое может быть введено в состав основания варочной кислоты со щелоком от облагораживания, — примерно 50%.

2. В случае предварительного упаривания щелоков от облагораживания выпадают аморфные осадки светло-коричневого цвета. Их отделение улучшает результаты варки. Еще лучшие результаты дает варка с кислотой, приготовленной на неупаренных щелоках от облагораживания.

3. В наибольшей степени ухудшает процесс варки приготовление кислоты на щелоке от опытов облагораживания, проведенных при высоких температурах (120 и 135° С). Относительно лучшие результаты дает применение щелока от облагораживания с высоким расходом щелочи (11% NaOH).

4. Из щелоков, полученных от облагораживания различных целлюлоз (небеленая, хлорированная, беленая), наиболее вредное воздействие при варке оказал щелок от облагораживания небеленой целлюлозы и наименее вредное — щелок от облагораживания беленой.

5. При некотором повышении содержания основания в варочной кислоте (до 0,8% Na_2O) возможно проведение варки (в случае приготовления кислоты с 40% щелока от облагораживания) с применением обычного для практики наших заводов перепуска (20—25%).

6. Варки на вискозную целлюлозу при повышенной температуре (140° С), содержании основания в кислоте 0,56% Na_2O и при использовании 50% отработанной щелочи от облагораживания дали неудовлетворительные результаты, ввиду сильного понижения вязкости целлюлозы. Предварительная обработка щелока от облагораживания продувкой воздухом, углекислотой, окислением перекисью водорода не дала положительного эффекта.

При варке по вискозному режиму повышение содержания основания до 0,8% Na_2O привело к возрастанию жесткости целлюлозы.

Поступила в редакцию
21 ноября 1964 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.813.13

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ КИСЛОТ НА ДЕСОРБЦИЮ КАТИОНОВ ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О. К. ЗАВЬЯЛОВА

Аспирант

В. И. ЮРЬЕВ

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Десорбцию Fe^{3+}, Mn^{2+} и Cu^{2+} из различных целлюлоз проводили следующими органическими кислотами: щавелевой, янтарной, сульфосалициловой, аспарагиновой, этилендиаминтетрауксусной, иминодиуксусной, винной, лимонной и триоксиглутаровой, а также трилоном Б, гексаметафосфатом и тринатрийфосфатом. Значения pH 0,01 и 0,1н. растворов этих кислот лежат в пределах от 1,25 до 3,15. Десорбцию катионов исследовали по ранее приведенной методике [1] на тех же целлюлозах при их максимальном насыщении катионом в зависимости от концентрации органических кислот.

Результаты десорбции катионов металлов из различных целлюлоз 0,1 н. растворами органических кислот представлены в табл. 1.

Как видно из полученных данных, железо десорбировалось из всех целлюлоз лучше всего под влиянием щавелевой кислоты. Так, из вискозной целлюлозы при 0,1 н. концентрации щавелевой кислоты железа удалялось 63,2%, в то время как при десорбции 0,1 н. серной кислотой — 40,8%. Изучение процесса десорбции трехвалентного железа в зависимости от сорта целлюлозы еще раз подтвердило, что наиболее трудно оно удаляется из вискозной целлюлозы. Марганец также наиболее сильно десорбировался в присутствии щавелевой кислоты. Под влиянием органических кислот десорбция меди из вискозной облагороженной и сульфатной небеленой целлюлоз протекала на 100%, а из сульфитной небеленой она затруднена. Десорбция меди 0,004 н. этилендиаминтетрауксусной кислотой протекала на 100%.

В табл. 2 показаны результаты десорбции Fe^{3+}, Mn^{2+} и Cu^{2+} из различных целлюлоз 0,1 н. растворами комплексонов.

Как показали опыты, только трилон Б частично удаляет данные катионы. Гексаметафосфат натрия и тринатрийфосфат не только не десорбируют катионы, а, по-видимому, образуют комплексы с ними прямо на целлюлозе. Зольность целлюлозы после обработки ее фосфатными комплексонами и тщательной промывки резко возрастает.

Результаты опытов по десорбции трехвалентного железа из вискозной облагороженной целлюлозы (максимально насыщенной им)

Таблица 1

Вид целлюлозы	Катион, адсорбированный целлюлозой	Адсорбированное количество катиона, *м-экв*/100 *г* абс. сухой целлюлозы	Десорбированное количество катионов (%) в присутствии 0,1н. кислот								
			щавелевой	янтарной	сульфосалициловой	аспарагиновой	этилендиаминтетрауксусной*	иминодиуксусной	винной	лимонной	триоксиглутаровой
Сульфитная небеленая марки „Ж"	Fe^{3+}	43,02	98,2	16,9	54,2	15,15	23,9	28,5	32,4	32,8	22,1
Сульфатная небеленая марки „ЭИ-1"	„	30,08	94,0	2,26	45,5	7,6	36,5	25,4	24,3	27,2	18,55
Вискозная облагороженная	„	43,15	63,2	5,92	32,6	2,3	17,25	14,5	19,3	17,5	10,3
Сульфитная небеленая марки „Ж"	Mn^{2+}	16,60	72,64	—	—	—	—	48,8	47,4	40,0	—
Сульфатная небеленая марки „ЭИ-1"	„	7,38	90,50	—	—	—	—	77,0	85,8	78,7	—
Вискозная облагороженная	„	4,86	83,0	—	—	—	—	68,3	76,8	78,2	—
Сульфитная небеленая марки „Ж"	Cu^{2+}	8,92	—	—	89,7	—	79,0	90,5	52,7	—	—
Сульфатная небеленая марки „ЭИ-1"	„	4,09	—	—	100	—	100	100	100	—	—
Вискозная облагороженная	„	3,13	—	—	98,0	—	100	100	100	—	—

* Из-за плохой растворимости концентрация этилендиаминтетрауксусной кислоты была взята равной 0,004 н.

Таблица 2

Вид целлюлозы	Катион, адсорбированный целлюлозой	Зольность целлюлозы (%)				
		обеззоленной 0,1 н. HCl	максимально насыщенной катионом	после десорбции		
				трилоном Б	$(NaPO_3)_6$	Na_3PO_4
Вискозная облагороженная	Fe^{3+}	0,013	1,56	1,31	1,90	1,66
Сульфатная небеленая марки „ЭИ-1"	„	0,05	0,82	0,68	1,13	1,10
Сульфитная небеленая марки „Ж"	„	0,13	1,165	1,00	1,37	1,74
Вискозная облагороженная	Mn^{2+}	0,013	0,103	0,05	0,15	0,15
„ „	Cu^{2+}	0,013	0,16	0,09	0,45	0,28

Таблица 3

Добавка комплексона в раствор кислоты	Зольность целлюлозы после десорбции, %	Содержание Fe^{3+} в целлюлозе после десорбции	
		м-экв/100 *г* абс. сухой целлюлозы	%
—	0,87	32,74	55,08
Трилон Б	0,84	30,70	51,80
Гексаметафосфат натрия	1,27	47,20	79,60
Тринатрийфосфат	1,11	41,24	69,04

0,1 н.-ной H_2SO_4 с добавками трилона Б, гексаметафосфата натрия и тринатрийфосфата в количестве 2% от веса абс. сухого волокна представлены в табл. 3.

Количество удаленного железа контролировали по золе. Зольность максимально насыщенной железом вискозной целлюлозы 1,56%, адсорбция Fe^{3+} на вискозной целлюлозе 59,44 *м-экв*/100 *г* абс. сухой целлюлозы.

Из табл. 3 видно, что десорбция железа 0,1 н.-ной H_2SO_4 с добавкой трилона Б (в количестве 2% от веса абс. сухого волокна) увеличивается на 3%, а в присутствии фосфатных комплексонов снижается по сравнению с десорбцией без добавок; то есть для целлюлозы, максимально насыщенной трехвалентным железом, процесс десорбции кислотой с добавкой комплексона затруднен из-за образования комплексных соединений прямо на целлюлозном волокне.

Далее нами была исследована десорбция Fe^{3+}, Mn^{2+} и Cu^{2+} на вискозной целлюлозе, насыщенной из 0,0001 н. растворов хлористой соли соответствующего катиона, в зависимости от pH насыщения. Для этого навески целлюлозы заливали двадцатикратным количеством 0,0001 н. раствора хлористой соли соответствующего катиона при разных pH. Насыщение производили до равенства pH исходного и равновесного растворов. Затем целлюлозную массу тщательно промывали дистиллированной водой до отрицательной реакции по иону хлора (проба с $AgNO_3$) и высушивали при комнатной температуре. После этого для каждого значения pH определяли адсорбцию данного катиона и графически строили изотерму адсорбции в зависимости от pH насыщения.

Десорбцию катионов из образцов целлюлозы, насыщенных при определенном значении pH, производили наиболее эффективно действующими на каждый катион кислотами.

На рис. 1, 2 и 3 соответственно показана адсорбция *Г* железа, марганца и меди на вискозной облагороженной целлюлозе в зависимости от pH насыщения; кривые десорбции *D* построены при определенном значении pH, равном pH раствора кислоты, применяемой при десорбции. Следовательно, в каждом данном значении pH по вертикали разница между кривыми адсорбции и десорбции равна количеству катиона, оставшемуся на целлюлозе.

На рис. 1 представлены результаты адсорбции трехвалентного железа вискозной целлюлозой из 0,0001 н. раствора $FeCl_3$ в зависимости от pH (кривая *1*) и десорбции его под влиянием 0,1 н. щавелевой и 0,5 н. серной кислот (кривая *3*). Как видно из графика, с увеличением pH адсорбция железа на целлюлозе резко увеличивается и проходит через максимум при pH около 7, соответствующий образованию положительно заряженных коллоидных мицелл гидрата окиси железа, которые сильно адсорбируются отрицательно заряженными волокнами целлюлозы. С разбавлением раствора хлорного железа максимум адсорбции его на целлюлозе сдвигается в сторону более высоких pH. Так, при адсорбции железа из 0,1 н. раствора максимум лежит при pH, равном 2,50—2,58, из 0,001 н. — при pH = 3,2 [3], из 0,0001 н. раствора — при pH, равном 7.

При низких pH, когда все поглощенное целлюлозой железо находится в ионном виде, десорбция железа в присутствии 0,1 н. щавелевой кислоты протекает на 100%. По мере увеличения pH насыщения количество оставшегося на целлюлозе железа увеличивается и при максимальной адсорбции достигает наибольшего значения, то есть коллоидные мицеллы гидроокиси железа наиболее прочно удерживаются цел-

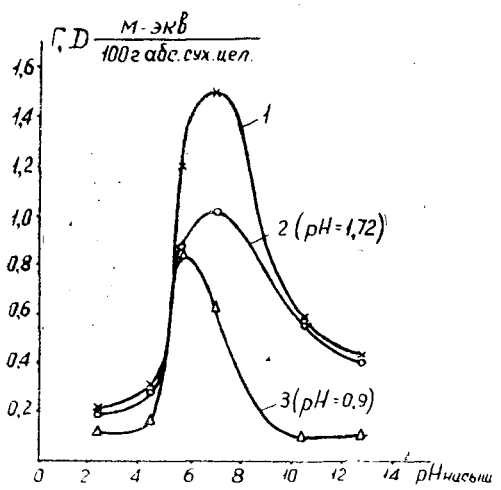


Рис. 1.

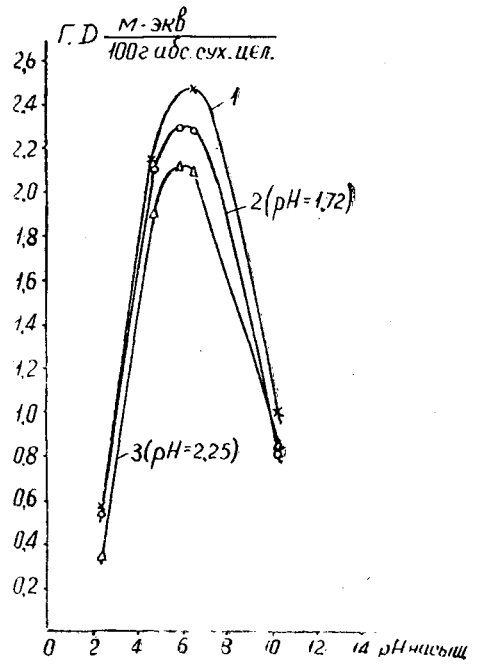


Рис. 2.

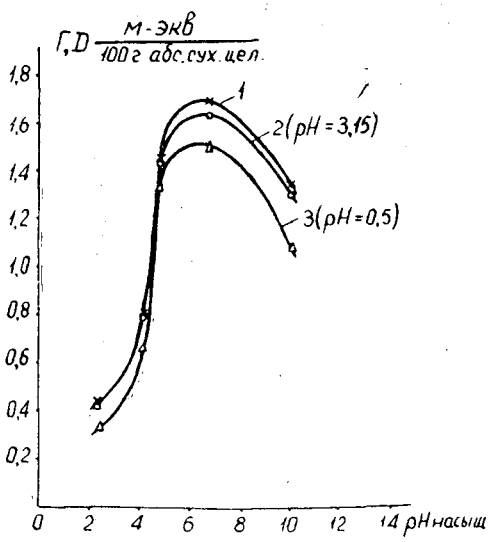


Рис. 3.

люлозными волокнами. При pH выше 7 кривая адсорбции железа начинает падать, вследствие накопления побочных электролитов, которые способствуют коагуляции золя. Содержание железа в виде ионов Fe^{3+} также резко падает с ростом pH. Эти обстоятельства приводят к резкому уменьшению поглощения железа целлюлозой, начиная с pH, равного 7.

По-видимому, вследствие укрупнения частиц золя $Fe(OH)_3$ десорбция его из целлюлозы вновь увеличивается.

На рис. 2 графически представлены результаты адсорбции марганца вискозной целлюлозой из 0,0001 н. раствора $MnCl_2$ в зависимости от pH (кривая *1*) и десорбции его в присутствии 0,1 н. щавелевой кислоты (кривая *2*), а также водного раствора SO_2 (в количестве 2% от веса абс. сухого волокна; кривая *3*). Изотерма адсорбции марганца в интервале pH от 2 до 6,55 резко, прямолинейно поднимается вверх с ростом pH. В этом интервале pH происходит ионообменная адсорбция катионов двухвалентного марганца. При pH, равном 6,55, имеет место ярко выраженный максимум. Затем наступает резкий спад кривой с уменьшением кислотности раствора. Этот спад, с одной стороны, объясняется образованием труднорастворимого гидрата закиси марганца, с другой, — резким уменьшением количества катионов Mn^{2+}. Кроме того, в результате окисления $Mn(OH)_2$ кислородом воздуха могут образовываться отрицательно заряженные коллоидные частицы MnO_2 [2], которые при малой степени дисперсности могут механически задерживаться на волокнах в заметных количествах только при достаточно высокой концентрации [4].

Десорбция марганца, поглощенного целлюлозой в ионном виде, в присутствии 0,1 н. $H_2C_2O_4$ протекает на 96,4%; в точке, соответствующей максимальной адсорбции марганца, — на 91,9%, а в щелочной области — на 81,8%.

На рис. 3 даны результаты адсорбции меди вискозной целлюлозой из 0,0001 н. раствора $CuCl_2$ в зависимости от pH (кривая *1*) и десорбции его 0,004 н. этилендиаминтетрауксусной кислотой (кривая *2*) и 0,5 н. HNO_3 (кривая *3*).

При адсорбции меди (рис. 3), как и в случае марганца, в интервале pH от 2,35 до 6,8 наблюдается резкое, почти прямолинейное возрастание адсорбционной изотермы с ростом pH. При pH, равном 6,8, адсорбционная кривая имеет максимум, затем поглощение меди целлюлозой начинает резко падать с уменьшением кислотности раствора. Такой ход адсорбционной изотермы объясняется теми же причинами, что и в случае марганца. Десорбция меди 0,004 н. этилендиаминтетрауксусной кислотой в случае, где медь адсорбировалась в виде ионов Cu^{2+}, протекает на 100%. Как только начинает образовываться трудно растворимый гидрат окиси меди, десорбировать медь полностью из целлюлозы не удается.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. О. К. Завьялова, В. И. Юрьев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1966. [2]. Г. Ф. Кройт. Коллоиды. Изд. 3-е, Л., 1936. [3]. Г. М. Скурихина, Е. М. Шагалова, В. И. Юрьев. ЖПХ, XXXVI, 662, 1963. [4]. Г. М. Скурихина, Л. Н. Билич, В. И. Юрьев. ЖПХ, XXXIX, вып. 4, 1966.

Поступила в редакцию
21 марта 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 547.992.3 : 546.22

О СЕРЕ В ТИОЛИГНИНАХ

Б. Д. БОГОМОЛОВ

Доцент, кандидат технических наук

О. Ф. ГОРБУНОВА

Младший научный сотрудник

(Проблемная лаборатория и кафедра химии древесины, целлюлозы и гидролизного производства Архангельского лесотехнического института)

Один из основных вопросов химизма щелочной делигнификации — выяснение причин лучшего растворения лигнина при сульфатной варке целлюлозы по сравнению с натронной. Теория сульфатной варки, разработанная преимущественно шведскими и японскими исследователями Т. Хэгглундом, Т. Энквистом, Х. Микавой [11], [12], [14], [15], [16], [17], объясняет это химическим взаимодействием активных групп лигнина с ионами сульфида и гидросульфида. Ионы сульфида участвуют в сульфидировании активных групп лигнина, «блокируя» их и тем самым защищая от конденсации, а также расщепляют диалкильные и β-алкиларильные простые эфирные связи [15]. Подтверждением химического взаимодействия лигнина с серосодержащими реагентами сульфатного щелока является, в частности, наличие серы в щелочном сульфатном лигнине, за что его называют тиолигнином. В тиолигнине из щелоков обычных промышленных и лабораторных варок содержится 1,5—3,2% серы [1], [6].

Т. Энквист [10], [12], [13], [14] показал, что природный лигнин-протолигнин можно сульфидировать до тиолигнинов, содержащих обычно до 6,5% и иногда даже до 21% серы. Д. В. Тищенко с сотрудниками считают, что основная масса серы в тиолигнине является элементарной, а химически связанной — органической серы практически нет [4], [8].

Мы предприняли попытку найти метод определения элементарной серы, не связанный с воздействием на лигнин химических реагентов, и дифференцировать содержащуюся в тиолигнинах серу на элементарную и органически связанную.

Экспериментальная часть *

Нами были исследованы тиолигнины, полученные варкой необессмоленных сосновых опилок (размером 1—3 *мм*) в стальных хромированных автоклавах. Во всех варках концентрация активной щелочи

* Варки проведены и образцы лигнина выделены при участии старшего инженера Проблемной лаборатории АЛТИ Л. С. Чудиновой.

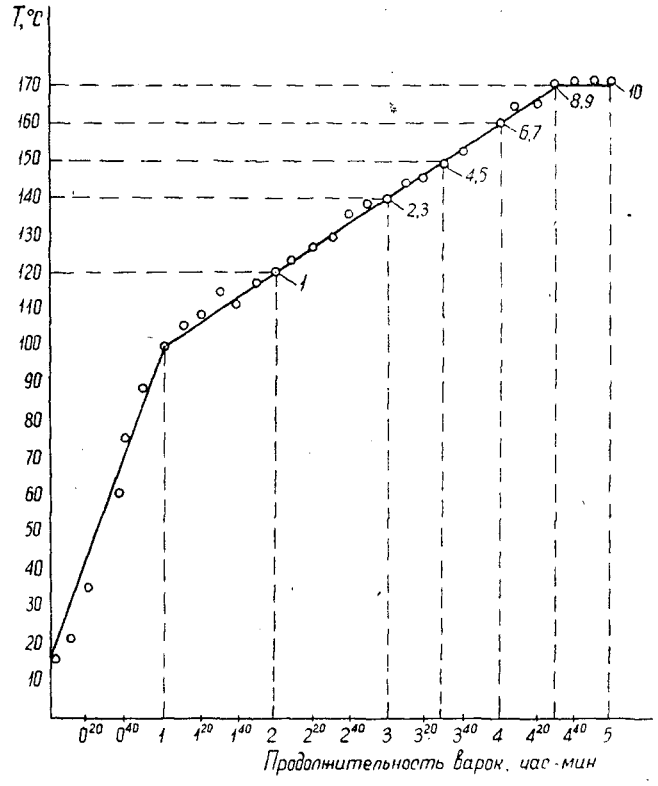


Рис. 1.

Цифры на кривой соответствуют температурным границам варок и номерам образцов лигнина в табл. 1.

составляла 41—42 *г/л* в расчете на NaOH, сульфидность около 30%. Количество активной щелочи к древесине составляло 25,1% (в расчете на NaOH).

Лигнин из черного щелока осаждали 2н. соляной кислотой при 80° С. После промывки лигнина водой до pH, равного 5,5—6, и отрицательной реакции на ион хлора, лигнин освобождали от водорастворимых нагреванием с водой в течение 30 *мин* на бане (с раствором NaCl) с обратным холодильником. Затем снова промывали водой до pH, равного 5,5—6. Отфугованные образцы высушивали на воздухе и освобождали от смолистых экстракцией петролейным эфиром в аппарате Сокслета.

Образцы лигнинов по режиму варки делили на сваренные по типовому (рис. 1) и по однотипным графикам (подъем до заданной температуры 1 *час*, варка при этой температуре 3 *часа*).

Образцы лигнинов, сваренные по типовому графику, повторно обрабатывали четыреххлористым углеродом в аппарате Сокслета в течение 48 *час* для освобождения от элементарной серы. После этого их промывали этиловым эфиром, высушивали на воздухе, а затем в вакуум-сушильном шкафу при 30—40° С.

Результаты определений элементарной и органически связанной серы в образцах тиолигнинов приведены в табл. 1. Элементарную серу определяли полярографически по описанной ранее методике [3] на

Таблица 1

№ п/п	Максимальная температура варки, °С	Общее время варки, *час*	Содержание серы (%) в образцах тиолигнинов						
			до обработки четыреххлористым углеродом			после обработки четыреххлористым углеродом			абсолютное расхождение в определении органически связанной серы, %
			общей	элементарной	органической	общей	элементарной	органической	
1	120	2	18,80	15,3	3,5	4,51	0,96	3,55	0,05
2	140	3	3,74	1,97	1,77	2,48	0,56	1,92	0,15
3	140	3	4,79	2,28	2,51	3,56	0,98	2,58	0,07
4	150	3,5	6,58	4,57	2.01	3,40	1,21	2,19	0,18
5	150	3,5	2,97	1,28	1,69	2,43	0,98	1,45	0,24
6	160	4,0	2,36	1,16	1,20	1,78	0,38	1,40	0,2
7	160	4,0	11,0	—	—	2,03	0,40	1,63	—
8	170	4,5	4,23	2,92	1,31	1,87	0,55	1,29	0,02
9	170	4,5	2,36	1,37	0,99	2,12	1,21	0,91	0,08
10	170	4,5+0,5 (стоянка при максимальной температуре)	3,31	2,12	1,19	1,77	0,61	1,16	0,03

полярографе Orion KTS типа 7-77-46 с ртутным капающим катодом. Органически связанную серу находили по разности между количеством общей серы, определяемой методом гидрирования [5], и элементарной.

Образцы лигнинов от варок по однотипным графикам были выделены и очищены разными способами.

В табл. 2 представлены результаты анализа тиолигнинов, полностью освобожденных от элементарной серы. Для освобождения от серы лигнины дважды переосаждали из 0,1 н. раствора щелочи 0,1 н. соляной кислотой с отфуговыванием элементарной серы, не растворившейся в 0,1 н. растворе щелочи. Переосажденные и промытые лигнины в растворе диметилсульфоксида давали положительную качественную реакцию на серу со ртутью [7]. Для освобождения от следов элементарной серы образцы лигнина подвергали следующей обработке.

Таблица 2

Температура варки, °С	Сульфидность, %	Содержание органически связанной серы, %
100	10	1,69
120	10	1,18
140	10	1,12
120	30	2,16
140	30	1,69
160	30	1,74
180	30	1,24

Навеску лигнина (1 *г*) растворяли в диметилсульфоксиде, содержащем 20% воды. Сульфоксидный раствор лигнина промывали бензолом (порциями по 50 *мл*) до отрицательной реакции на серу [7]. Затем этот раствор (отмытый от элементарной серы) нагревали на водяной бане в вакууме для отгонки остатков бензола, охлаждали и выливали в четырехкратное количество дистиллированной воды. Для лучшей коагуляции лигнина в воду добавляли немного поваренной соли. Осадок от-

фуговывали, промывали дистиллированной водой до отрицательной реакции на диметилсульфоксид [2] и ион хлора и высушивали на воздухе. Органически связанную серу определяли методом гидрирования.

В табл. 3 представлены результаты анализа тиолигнинов; при этом щелока, из которых они получались, делили на две части и лигнины выделяли: а) диализом щелока через целлофановую мембрану до pH = 7 и коагуляцией при нагревании; б) осаждением 1 н. соляной кислотой до pH, равного 4,5, и промывкой лигнина водой до нейтральной реакции. Пасту лигнина промывали водой и обрабатывали по Браунсу [9].

Таблица 3

Температура варки, °С	Сульфидность, %	Метод выделения	Содержание серы в образцах тиолигнина, %		
			общей	элементарной	органически связанной
120	30	Диализ	2,22	0,11	2,11
120	30	Осаждение 1 н. соляной кислотой	2,61	0,55	2,09
170	30	Диализ	1,65	0,13	1,52
170	30	Осаждение 1 н. соляной кислотой	1,73	0,35	1,36

Элементарную серу определяли полярографически [3], общую — методом элементарного микроанализа. Эфирорастворимые фракции лигнина и фракции, не растворимые в диоксане, не были исследованы.

Таким образом, во всех исследованных образцах тиолигнинов содержится 1—2% органически связанной серы. Самое высокое содержание наблюдается при 120° С и по мере повышения температуры до 170—180° С уменьшается почти в 2—3 раза.

Экстракцией тиолигнина четыреххлористым углеродом удаляется большее количество элементарной серы, но остается 0,5—1% «замурованной». При переосаждении лигнина из диоксана в эфир также остается небольшое количество элементарной серы (около 0,1—0,5%). Полностью освободить лигнин от элементарной серы можно только экстракцией раствора лигнина другим растворителем, не смешивающимся с тем, в котором растворен лигнин.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, 1962, 48. Б. Д. Богомолов. Труды ЛТА, № 75, 1956. [2]. Г. Д. Гальперн. Итоги науки. Химия нефти и газа. Химические науки 2. Изд. АН СССР, 1958. [3]. О. Ф. Горбунова, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1965. [4]. Ю. В. Жигалов, Д. Тищенко. ЖПХ, XXXV № 1, 1962. [5]. М. О. Коршун, И. О. Гельман. Новые методы микроанализа. Госхимиздат, 1949. [6]. Ю. Н. Непенин. Технология целлюлозы. Гослесбумиздат, 1963. [7]. Б. Рыбак. Анализ нефти и нефтепродуктов. ГОНТИ, 1962. [8]. Г. Чиркин, Д. Тищенко. ЖПХ, XXXV, № 1, 1962. [9]. F. E. Brauns. The chemistry of lignin. N. Y., 1952. [10]. T. Enkvist. Svensk papperstidning № 10, 1948. [11]. T. Enkvist, M. Moilanen. Svensk papperstidning, 52, p. 183, 1949. [12]. T. Enkvist, E. Hägglund. Svensk papperstidning 53, p. 83, 1950. [13]. T Enkvist. Tappi 37, 8, 350, 1954. [14]. T. Enkvist, T. Ashorn, K. Hästbacka. Paperi ja puu, № 8, 44. 1962. [15]. T. Enkvist, T. Ashorn, K. Hästbäck. a. Pure and Applied Chemistry № 12, v. 5, 1962. [16]. T. Enkvist. Paperi ja puu, № 11, p. 649, 1963. [17]. H. Micawa. Bulletin of the chemical Sosiety of Japan № 1, 27, p. 50, 1954.

Поступила в редакцию
23 апреля 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 62—52 : 674.05

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

ВЫБЕГ СУППОРТА ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ

Л. Г. МОЛЧАНОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Точность обработки деталей на деревообрабатывающих станках зависит от точности установки суппорта в заданном положении.

В большинстве разработанных и эксплуатируемых систем настройки станков перемещение суппорта осуществляется ходовым винтом, который через червячный редуктор приводится во вращение трехфазным асинхронным двигателем малой мощности. При жесткой кинематической цепи механизма перемещения выбег суппорта зависит от выбега ротора двигателя.

После отключения двигателя на ротор действуют силы инерции и силы сопротивления движению, поэтому движение ротора без учета электрической инерционности двигателя можно описать дифференциальным уравнением

$$I_{\text{п.р}} \frac{d^2\varphi}{dt^2} + M_{\text{с}} = 0, \qquad (1)$$

где $I_{\text{п.р}}$ — момент инерции и $M_{\text{с}}$ — момент сил сопротивления, приведенные к валу двигателя;

$I_{\text{п.р}} \frac{d^2\varphi}{dt^2}$ — момент сил инерции;

φ — угол поворота ротора.

Решая это уравнение, найдем угол поворота ротора с момента отключения двигателя до полной остановки

$$\varphi_{\text{ост}} = \frac{\omega_0^2 \cdot I_{\text{п.р}}}{2M_{\text{с}}} \ \textit{рад},$$

где $\omega_0 = \frac{\pi n_0}{30}$ — угловая скорость ротора в момент отключения;

n_0 — число оборотов ротора в момент отключения двигателя, равное номинальному.

Движение ротора и суппорта связано зависимостью

$$l = \frac{\varphi i t_{\text{х.в}}}{2\pi} \ \textit{мм},$$

где l — путь, пройденный суппортом, *мм*;

φ — угол поворота ротора, *рад*;

i — передаточное отношение редуктора;

$t_{х.в}$ — шаг ходового винта, *мм*.

Подставив в эту зависимость найденное значение $\varphi_{ост}$, найдем выбег суппорта

$$l_0 = \frac{\pi n_0^2 I_{п.р} i t_{х.в}}{3600 M_с}. \qquad (2)$$

Для механизмов с червячными редукторами момент инерции, приведенный к валу двигателя, в основном, определяется моментом инерции ротора двигателя $I_р$

$$I_{п.р} \approx (1{,}10 - 1{,}20) I_р.$$

Для двигателей серии АОЛ момент инерции ротора практически линейно зависит от номинального момента $M_н$ и числа оборотов n_0

$$I_р = K_I M_н n_0,$$

где K_I — коэффициент пропорциональности.

Для двигателей данной серии с двумя парами полюсов $K_I = 4{,}75 \cdot 10^{-7}$ *сек*³.

Подставив в равенство (2) найденное значение $I_{п.р}$ и введя коэффициент загрузки двигателя $K_н = \frac{M_с}{M_н}$, после преобразований получим

$$l_0 = \frac{\pi n_0^2 V K_I}{3600 K_н} 1{,}2 \text{ мм}, \qquad (2а)$$

где $V = n_н i t_{х.в}$ — скорость перемещения суппорта, *мм/мин*.

Как следует из равенства (2а), при применении двигателя, работающего при настройке станка с коэффициентом загрузки 1,25—1,5 и скорости перемещения суппорта 100 *мм/мин*, выбег суппорта без торможения двигателя не будет превышать 0,09—0,12 *мм*. При таком выбеге точность настройки (± 0,2—0,3 *мм*) приемлема для большинства деревообрабатывающих станков.

Однако в ряде случаев двигатель механизма перемещения суппорта должен работать с меньшей нагрузкой, точность настройки должна быть более высокой. Сократить выбег суппорта можно снижением числа оборотов двигателя при подходе суппорта к заданному положению, разрывом кинематической цепи механизма перемещения и дополнительным торможением двигателя.

Уменьшение скорости движения суппорта (путем изменения передаточного отношения механизма перемещения), не дает сокращения выбега, так как при этом будет соответственно изменяться и приведенный момент сопротивления

$$M_с = \frac{i t_{х.в} Q}{2\pi \cdot \eta_{пер}},$$

где Q — тяговое усилие на ходовом винте;

$\eta_{пер}$ — к. п. д. механизма перемещения.

Подставив значение $M_с$ в равенство (2), получим

$$l_0 = \frac{\pi^2 n_0^2 I_{п.р}}{1800 Q} \eta_{пер}.$$

Отсюда следует, что выбег суппорта не зависит от передаточного механизма перемещения.

Применение регулируемого привода дает значительное сокращение выбега в 20 и более раз по сравнению с выбегом без торможения, но при этом используют дорогостоящую аппаратуру и сложные схемы управления [2]. Остановка суппорта путем разрыва кинематической цепи эффективна только при малом времени срабатывания муфт. Время срабатывания колеблется в пределах 0,05—0,09 *сек*. При скорости перемещения суппорта 100 *мм/мин* это вызовет дополнительное перемещение суппорта на 0,08—0,12 *мм*, то есть не даст существенного повышения точности.

Схемы торможения электродвигателей просты и не требуют сложной аппаратуры; с этой точки зрения они наиболее приемлемы для снижения выбега в системах настройки деревообрабатывающих станков.

Известны торможения противовключением, динамическое, конденсаторное и электромеханическое.

При торможении противовключением после отключения двигателя переключаются две его фазы, и в обмотки подается переменный трехфазный ток. В двигателе возникает магнитный поток, вращающийся в обратном направлении относительно вращения ротора. Двигатель развивает тормозной момент. Чтобы двигатель не перешел в реверс, питание его на малой скорости отключается. Характеристика тормозного момента асинхронного электродвигателя дана на рис. 1 (кривая *1* [2]).

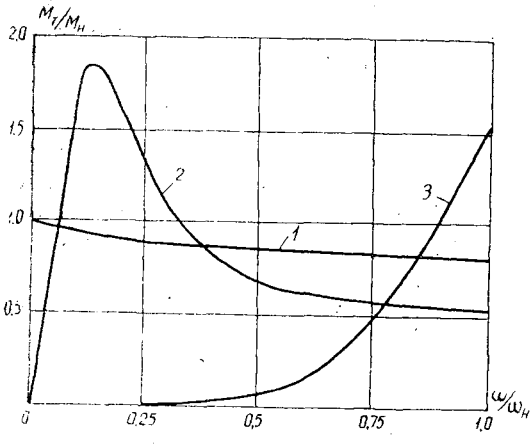


Рис. 1.

В случае динамического торможения после отключения двигателя от сети трехфазного тока обмотки питают постоянным током $I_п$. В статоре машины возникает неподвижный магнитный поток, а в роторе, который вращается по инерции, возникает электродвижущая сила. Двигатель работает как генератор, создается дополнительный тормозной момент. Через 2—3 *сек* после начала торможения реле времени отключает питание. Тормозной момент зависит от схемы коммутации обмоток двигателя и величины постоянного тока $I_п$. На рис. 1 (кривая *2*) дана характеристика тормозного момента при $I_п = I_{зф}$ ($I_{зф}$ — номинальный ток двигателя при питании переменным током).

При механическом торможении после отключения двигателя от сети срабатывает колодочный или конический тормоз, который создает постоянный тормозной момент на быстроходном валу редуктора.

При конденсаторном торможении параллельно обмоткам статора подключают соединяемые звездой конденсаторы, которые после отключения двигателя обеспечивают протекание тока в обмотках под действием э.д.с., индуктируемой остаточным током ротора. Магнитное поле, созданное токами статора, вращается медленнее ротора. Создается тормозной момент, характеристика которого дана на рис. 1 (кривая *3* [1]). Этот момент воздействует на ротор сразу после отключения двигателя. При снижении оборотов до $n_к = 0{,}4\, n_0$ тормозной момент становится равным нулю.

Процесс остановки суппорта при торможении можно разбить на два этапа: в первом торможение происходит под действием сил сопротивления, во втором на ротор действуют моменты сопротивления $M_с$ и дополнительный тормозной $M_т$.

Выбег ротора при торможении

$$\varphi_{ост} = \varphi_0 + \varphi_т, \tag{3}$$

где φ_0 — выбег ротора при воздействии $M_с$;

$\varphi_т$ — выбег ротора при действии $M_с$ и $M_т$.

Значение выбега φ_0 при торможении противовключением, динамическом и механическом найдем, интегрируя уравнение (1) в пределах от $t = 0$ до $t = \tau_0$, где τ_0 — продолжительность времени срабатывания тормозного устройства. Выбег ротора при конденсаторном торможении найдем, решая уравнение (1) в пределах $\omega = \omega_к$ до $\omega = 0$.

Движение ротора при действии тормозного момента описывается дифференциальным уравнением

$$I_{п.р} \frac{d^2\varphi}{dt^2} + M_с + M_т(\omega) = 0, \tag{4}$$

где $M_т(\omega)$ — тормозной момент, развиваемый двигателем.

Тормозной момент имеет сложную зависимость от скорости вращения ротора. Чтобы не усложнять решение уравнения (4), момент $M_т(\omega)$ принимаем постоянным и равным среднему интегральному значению $M_{т.и}$ на участке действия его. Среднее интегральное значение тормозного момента для торможения противовключением $M_{т.п} \approx 0{,}95\, M_н$, для динамического — $0{,}85\, M_н$, для конденсаторного — $0{,}75\, M_н$ [2] и для колодочного тормоза $M_т = (3 - 4)\, M_н$.

Чтобы найти выбег ротора $\varphi_т$ для торможения противовключением, динамического и механического, решаем уравнение (4) в пределах от $\omega = 0$ до $\omega = \omega_т$, где $\omega_т$ — угловая скорость ротора в момент срабатывания тормозного устройства. Выбег ротора при конденсаторном торможении получим, решая уравнение (4) в пределах от $\omega = \omega_0$ до $\omega = \omega_к$. После подстановки найденных значений φ_0 и $\varphi_т$ в уравнение (3) и некоторых преобразований получим выбег суппорта

$$l_т = l_0 \frac{K_н}{K_н + K_т} (2A\tau_0 K_т + A^2\tau_0^2 K_н K_т + 1) \text{ мм}, \tag{5}$$

где $K_т = \frac{M_{т.п}}{M_н}$; $A = \frac{30}{1{,}2\pi n_0^2 K_J}$.

Для удобства расчета и графического изображения выбег суппорта дан в коэффициентах. Из формулы (5) следует, что эффективность торможения зависит от времени срабатывания тормозного устройства τ_0. Если $\tau_0 > 0{,}15$ *сек*, выбег суппорта не уменьшится даже при малой загрузке двигателя.

Для конденсаторного торможения выбег суппорта

$$l_{т.к} = l_0 \left[\frac{K_н}{K_н + K_т} (1 - K_\omega^2) + K_\omega^2 \right] \text{ мм}, \qquad (6)$$

где $K_\omega = \frac{\omega_к}{\omega_н} = 0{,}4$ [1].

На рис. 2 показаны теоретические и экспериментальные кривые изменения суппорта в зависимости от коэффициента нагрузки двигателя.

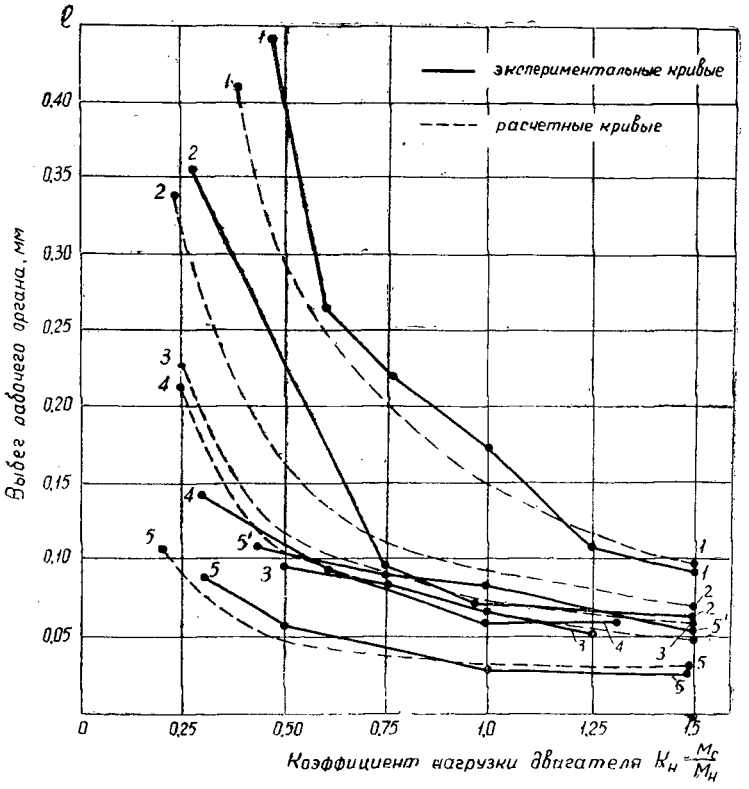


Рис. 2.

1—1 — без торможения двигателя; *2—2* — при конденсаторном торможении; *3—3* — при динамическом торможении; *4—4* — при торможении противовключением; *5—5* — торможение колодочным тормозом (электромагнит включен через н. о. контакты контактора); *5′—5′* — при включении магнита колодочного тормоза непосредственно параллельно обмоткам двигателя.

Исследования проводили на экспериментальной установке, спроектированной на базе агрегатной головки АГ-2. Перемещение суппорта осуществляли со скоростью $V = 100$ *мм/мин* ходовым винтом шагом $t_{х.в} = 3$ *мм* через червячный редуктор $i = 1/40$ от двигателя АОЛ 11—4, мощностью 120 *вт*. Экспериментальные кривые построены по средним значениям (каждое из 15 наблюдений), показатель точности опытов 2—4%, коэффициент вариации 5—8%. Теоретические кривые построены по формулам (2а), (5), (6) для значений $\tau_0 = 0{,}02$ *сек*, $n_н = 1400$ *об/мин*, $V = 100$ *мм/мин*, $K_т$ и K_ω (приведенных в тексте).

Как видно из рис. 2, эффективность торможения электромеханическим тормозом (колодочным) зависит от способа включения катушки электромагнита. При включении катушки параллельно обмоткам двигателя (кривая *5′—5′*) выбег на 0,05 *мм* больше, чем при включении катушки через н. о. контакты пускателя двигателя (кривая *5—5*). Это можно объяснить тем, что время отпускания электромагнита тормоза в первом случае больше.

При нормальной загрузке двигателя ($K_н = 1$) механическое торможение позволяет снизить выбег более чем в 6 раз. Из электрических методов торможения — динамическое и торможение противовключением являются более эффективными, они позволяют снизить выбег (при $K_н = 1$) в 3 раза, а конденсаторное — в 2 раза по сравнению с выбегом без торможения.

С повышением коэффициента загрузки двигателя эффективность торможения уменьшается. При $K_н$, равном 1,25 — 1,5, электрические методы торможения снижают выбег не более чем в 2 раза, то есть выбег равен 0,05 — 0,07 *мм*, а при механическом торможении выбег снижается в 4 раза и не превышает 0,02—0,03 *мм*. Выбег без торможения двигателя при $K_н$, равном 1,2—1,5, не превышает 0,09—0,11 *мм*.

Таким образом, в приводах автоматической настройки деревообрабатывающих станков, точность настройки которых не более ± 0,2 *мм* и скорость перемещения суппорта до 100 *мм/мин*, можно применять асинхронные двигатели без торможения при работе их с перегрузкой на 120—150%. При малой загрузке двигателя ($K_н < 1,0$) и скорости настроечного перемещения суппорта свыше 100 *мм/мин* необходимо применять торможение двигателя механизма перемещения или другие методы повышения настройки станка.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Л. П. Петров. Эффективное электрическое торможение асинхронных двигателей станочных приводов. Журн. «Станки и инструмент» № 4. 1961. [2]. Г. П. Хализеев. Электропривод и основы управления. ГЭИ, 1962.

Поступила в редакцию
7 февраля 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 62—521

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ОТСЕКАТЕЛЕЙ

Е. Н. ГУКАЛЛО

Аспирант

(Львовский лесотехнический институт)

Возможности отсекателя достаточно полно можно оценить, зная его коэффициент различия диаметров (r). Этот показатель представляет отношение наибольшего (D) и наименьшего (d) диаметров заготовок, надежно разделяемых отсекателями, то есть

$$r = \frac{D}{d}. \tag{1}$$

Существующий метод расчета r не совсем точно определяет возможности отсекателей ввиду того, что не учитывает положение заготовки в момент отсекания. Поясним это на примере.

На рис. 1 изображен одноэлементный отсекатель с рабочим органом *1* постоянной длины, совершающим возвратно-поступательное движение.

Заготовки любого диаметра *2, 3* перед поштучной выдачей ориентируются во впадине BAD так, что их центры тяжести находятся на линии AC_2. Для этого необходимо, чтобы $\gamma = \beta$. Тогда линия AC_2 будет гипотенузой угла BAD.

В этом случае условие однозахватности заготовок можно записать так

$$a = C_1C_3 \cos\beta - b; \tag{2}$$

заменив $a = k_1 \cdot D$, $b = kd$, $C_1 \cdot C_3 = d$, получим

$$r = \frac{\cos\beta - k}{k_1}. \tag{3}$$

Коэффициент r зависит от величины углов γ и β, выбираемых из условий устойчивости заготовок в системе ориентирования для каждого конкретного способа подачи.

По-видимому, система ориентирования и рабочие органы должны рассматриваться как единая конструкция, как составные элементы отсекателя. Действительно, анализ нескольких конструкций отсекателей [1], [2], [3], [4] позволяет представить любой отсекатель как совокупность двух частей — системы ориентирования и рабочего органа.

С этой точки зрения расчет отсекателя может состоять из следующих этапов: 1) выбор параметров; 2) определение r для данной системы ориентирования.

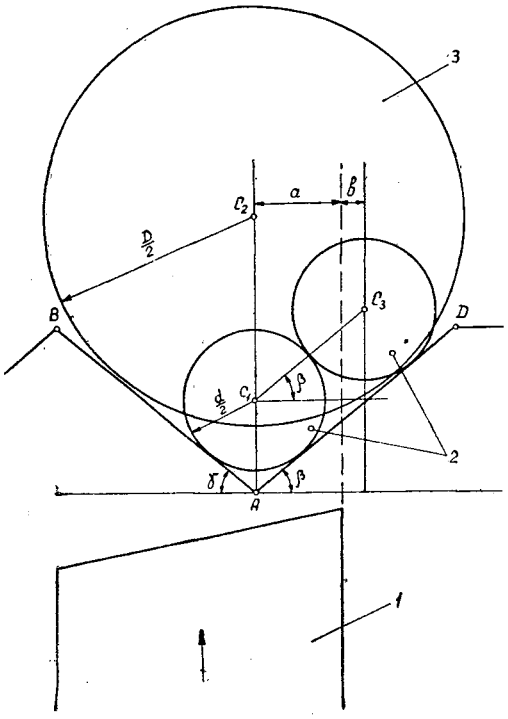


Рис. 1.

Смысл первого этапа расчета можно проиллюстрировать с помощью рис. 1.

Если в систему ориентирования — впадину BAD поступает заготовка наибольшего диаметра, то необходимо так подобрать величины γ, β, и h, чтобы она не перекатилась через точку B или через заготовку наименьшего диаметра, расположенную во впадине. Кроме того, исходя из условия устойчивости во впадине, можно проверить найденные параметры заготовки минимального диаметра при поступлении туда второй такой же заготовки. Второй этап расчета заключается в определении величины r по параметрам системы ориентирования.

Рассмотрим расчет r для двух способов ориентирования, часто используемых в конструкциях отсекателей.

I способ. Попадающие во впадину заготовки размещаются так, что центры тяжести сечений заготовок любого диаметра лежат на гипотенузе AC угла ориентирования (рис. 2). В этом случае положение AC может быть определено двумя параметрами — углами γ и β, то есть

$$\alpha = 90^\circ - \frac{\gamma + \beta}{2}; \tag{4}$$

$$\varphi = \alpha + \beta = 90^\circ - \frac{\gamma - \beta}{2}. \tag{5}$$

Условие однозахватности можно записать так

$$a = C_1'C_2' - b - C_1'C, \tag{6}$$

где a — запас на надежность захвата наибольшего диаметра рабочим органом. Обычно выражается в долях диаметра заготовки $a = k_1D$;

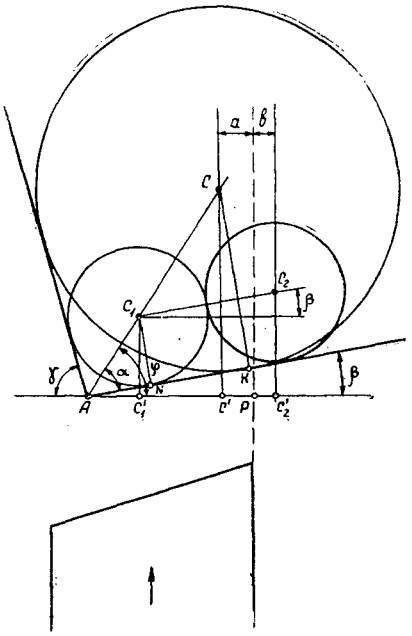


Рис. 2.

b — запас на надежность незахватывания второй заготовки при поштучном разделении заготовок наименьшего диаметра $b = k \cdot d$;

$C'_1 C'_2$ — проекция диаметра d заготовки наименьшего диаметра на горизонталь;

$C'_1 C'$ — проекция расстояния между центрами тяжести, ориентированных наибольшей и наименьшей заготовок;

D, d — наибольший и наименьший диаметры заготовок, надежно разделяемых отсекателем.

Из рис. 2 видно, что

$$C'_1C' = (AC - AC_1)\cdot\cos\varphi; \tag{7}$$

так как $C_1N = \frac{d}{2}$, а $CK = \frac{D}{2}$;

$$AC = \frac{D}{2}\cdot\sin\alpha; \quad AC_1 = \frac{d}{2}\cdot\sin\alpha; \tag{8}$$

$$C'_1C'_2 = d\cos\beta. \tag{9}$$

Подставив выражения (4), (5), (7), (8) и (9) в равенство (6) и заменив a и b их значениями через диаметры заготовок, получим

$$r = \frac{\cos\beta - k + \dfrac{\sin\frac{\gamma-\beta}{2}}{2\cos\frac{\gamma+\beta}{2}}}{k_1 + \dfrac{\sin\frac{\gamma-\beta}{2}}{2\cos\frac{\gamma+\beta}{2}}}. \tag{10}$$

Важно отметить, что при $\gamma = \beta$ выражение (10) принимает вид равенства (3). Из выражения (10), задаваясь величинами k и k_1, по двум параметрам γ и β можно определить коэффициент различия диаметров системы ориентирования. Это выражение справедливо лишь в случае, когда контуры сечений заготовок любого диаметра вписаны во впадину. Иными словами, радиусы C_1N и CK перпендикулярны к ориентирующей поверхности, расположенной под углом β к горизонтали.

II способ ориентирования. Заготовки наибольшего диаметра ориентируются на точках D и F (рис. 3), поэтому центры тяжести этих заготовок расположены не на биссектрисе угла ориентирования AN, а на перпендикуляре, восстановленном из середины отрезка DF. Заготовки наименьшего диаметра ориентируются в этой системе так же, как и при первом способе.

Если линию AF на рис. 3 продлить за точку F, то заготовки наибольшего диаметра в такой системе будут ориентироваться на точке D и продолжении AF. Этот способ здесь не рассматривается.

Условие однозахватности из рис. 3 выразится так

$$a = C_1'C_2' - b - (C_1'N' + NM). \tag{11}$$

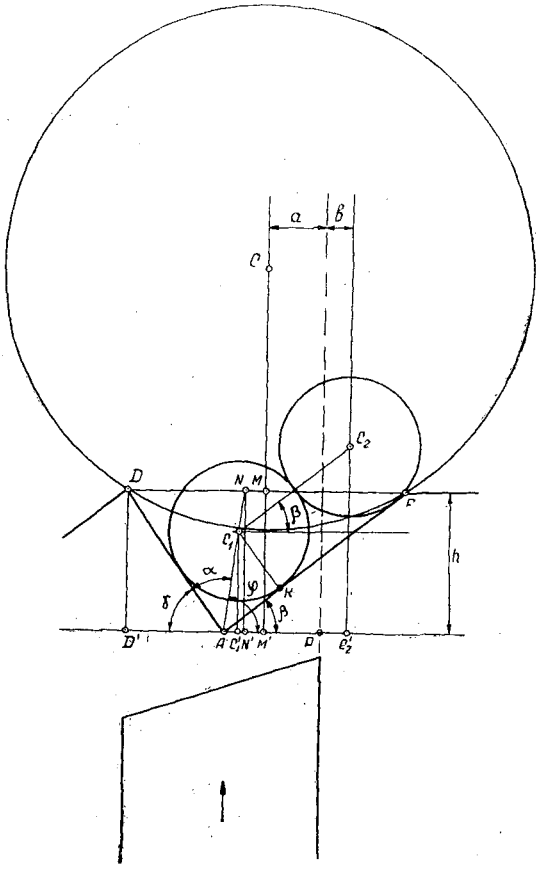


Рис. 3.

Члены выражения (11) можно представить в следующем виде:

$$C_1'C_2' = d\cos\beta; \tag{12}$$

$$C_1N = (AN - AC_1)\cos\varphi = \left(\frac{h}{\sin\varphi} - \frac{d}{2\sin\alpha}\right)\cos\varphi; \tag{13}$$

$$NM = DM - DN. \tag{14}$$

Из треугольника DNA по теореме синусов

$$DN = AN\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{h}{\sin\varphi}\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}. \tag{15}$$

Очевидно,

$$DM = \frac{1}{2}DF,$$

значит

$$DM = \frac{h}{2}\cdot\frac{\sin(\gamma+\beta)}{\sin\gamma\cdot\sin\beta}. \tag{16}$$

Подставляя выражения (15) и (16) в равенство (14), получим

$$NM = \frac{h}{\sin\gamma}\left[\frac{\sin(\gamma+\beta)}{2\sin\beta} - \frac{\sin\alpha}{\sin\varphi}\right]. \tag{17}$$

Если в уравнение (11) подставим выражения (12), (13), (17), заменим углы α и φ из равенств (4) и (5), а также решим его относительно D и d, то получим

$$r = \frac{1}{k_1}\left[\cos\beta - k - \left(\frac{A}{\cos\frac{\gamma-\beta}{2}} - \frac{1}{2\cos\frac{\gamma+\beta}{2}}\right)\cdot\sin\frac{\gamma-\beta}{2} - \right.$$

$$\left. - A\frac{\cos\frac{\gamma+\beta}{2}}{\sin\gamma}\left(\frac{\sin(\gamma+\beta)}{2\sin\beta\cdot\cos\frac{\gamma+\beta}{2}} - \frac{1}{\cos\frac{\gamma-\beta}{2}}\right)\right], \tag{18}$$

где $A = \frac{h}{d}$.

При $\gamma = \beta$ уравнение (18) имеет вид равенства (3), так как $\sin\frac{\gamma-\beta}{2}$ в третьем члене и выражение в круглых скобках в четвертом равны нулю.

Из выражений (10) и (18) были вычислены значения r для заданных параметров γ, β, A и $k = k_1 = 0{,}1$. По данным этих вычислений построена номограмма (рис. 4).

Кривые, изображенные на номограмме, представляют соотношения r и γ при $\beta = \text{const}$; сплошными линиями показаны соотношения, вычисленные из выражения (10), штриховыми — из (18) для $A = 1$; $\gamma \geqslant \beta$ и $k = k_1 = 0{,}1$. С помощью номограммы можно определить один неизвестный параметр по остальным заданным для каждого конкретного способа ориентирования.

На рис. 5 представлена номограмма выражения (18) для $\beta = 25°$, $A = 1$; 1,2 и 1,5. Она иллюстрирует влияние величины $A = \frac{h}{d}$ на r. Очевидно, необходимо стремиться к оптимальным значениям A, вычисленным с учетом устойчивости (в системе ориентирования) загото-

вок наибольшего диаметра. Очень большое влияние на величину r имеет коэффициент k_1. Здесь он принят равным 0,1. Однако, как показали опыты на модели, этот коэффициент может быть значительно меньше. По-видимому, необходимо теоретически обосновать его и затем вычислить r по формуле

$$r_д = \frac{k_1}{k_д} \cdot r,$$

где $r_д$ — действительное значение коэффициента;
r — выражение, полученное из номограммы;
$k_д$ — действительное значение величины;
$k_1 = 0,1$ — принятое значение.

В отличие от k_1 коэффициент k не имеет такого значения, но тоже должен быть обоснован.

Таким образом, возможности отсекателя более точно могут быть оценены по номограммам. Подбирая параметры системы ориентирования из условия устойчивости заготовок, почти для всех случаев поштучной выдачи можно применять одноэлементные отсекатели с рабочими органами постоянной длины.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Г. А. Вильке. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов лесной промышленности, ч. II. Изд-во «Лесная промышленность», М, 1964, стр. 73—78. [2]. Д. К. Воевода. Основные методы автоматизации в лесной промышленности. Гослесбумиздат, М., 1962, стр. 351—353. [3]. Lubomir Skrovina. Davkovac qulatiny. Чехословацкий патентный класс 38а, 8, 100924. [4]. Journ. «Forest industries» № 11, 1964, стр. 104 и № 4, 1965, стр. 108 и 112.

Поступила в редакцию
21 марта 1966 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.79

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ЛЕСПРОМХОЗОВ

Е. Г. МАЛЬЦЕВА

Доцент, кандидат экономических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Комплексная механизация и автоматизация лесозаготовительного процесса приводят к быстрому росту основных фондов леспромхозов.

Проведенное кафедрой экономики лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства ЛТА изучение динамики и структуры основных фондов 155 леспромхозов с общим объемом вывозки 50899 тыс. $м^3$ в 1961 г. показало, что среднегодовая стоимость промышленно-производственных фондов на один леспромхоз в сравнимых ценах возросла с 1958 г. по 1961 г. на 15%. Объем вывозки на один леспромхоз увеличился за это время в среднем на 7%. Таким образом, темпы роста стоимости основных промышленно-производственных фондов леспромхозов значительно опережают темпы роста объема производства. В этих условиях, для получения наилучших результатов при наименьших затратах, необходимо значительно повысить фондоотдачу как путем выбора наиболее экономичных проектных решений, так и улучшением использования основных фондов в действующих леспромхозах.

На основе проведенного нами исследования могут быть предложены два показателя использования основных фондов леспромхозов: 1 — объем вывозки древесины, приходящийся на единицу стоимости основных промышленно-производственных фондов; 2 — сумма валовой продукции, приходящейся на единицу стоимости основных промышленно-производственных фондов.

Был изучен показатель фондовооруженности рабочего как отношение стоимости основных промышленных фондов к списочному числу рабочих с учетом того, что в леспромхозах число рабочих, занятых во вторую смену, невелико.

В целом по изучаемой совокупности леспромхозов динамика показателей использования основных фондов и соотношение темпов роста фондовооруженности и производительности труда характеризуются данными табл. 1.

Из таблицы видно, что темпы роста производительности труда лишь незначительно опережают темпы роста фондовооруженности. Это указывает на недостаточную эффективность и на неудовлетворительное использование основных фондов в леспромхозах.

Исследованием установлено, что динамика и уровень показателей, приведенных в табл. 1, зависят от типов леспромхозов, отличающихся

Таблица 1

Показатели	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1961 г., % к 1958 г.
Объем вывозки на 1000 руб. основных фондов, $м^3$	136	132	137	127	93,5
Выпуск валовой продукции на 1000 руб. основных фондов, руб.	955	972	1010	940	98,5
Фондовооруженность одного списочного рабочего, тыс. руб.	2,62	2,74	2,90	3,0	114,5
Выработка на одного списочного рабочего в год по валовой продукции, тыс. руб.	2,42	2,67	2,93	2,84	117,5

особенностями организации в зависимости от условий их работы. Величина колебаний дает основание судить о влиянии условий работы на показатели использования основных фондов и на уровень фондовооруженности труда.

Остановимся на влиянии двух факторов: размера предприятия (по объему вывозки в год) и вида транспорта, применяемого на вывозке.

Зависимость показателей использования основных промышленно-производственных фондов и фондовооруженности рабочего от размера леспромхоза за 1961 г. можно проследить по данным табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Величина показателей в зависимости от размера леспромхоза по объему вывозки в год (тыс. $м^3$)				
	100—200	201—300	301—400	401—600	601 и более
Вывозка на 1000 руб. основных фондов, $м^3$	101	126	129	127	141
Выпуск валовой продукции на 1000 руб. основных фондов, руб.	705	910	950	965	1120
Фондовооруженность одного списочного рабочего, тыс. руб.	3,4	2,9	3,0	3,0	3,0
Выработка на одного списочного рабочего по валовой продукции, тыс. руб.	2,62	2,80	2,86	2,84	3,18

Отсюда видно, что с увеличением размера леспромхоза показатели использования основных фондов улучшаются, поэтому укрупнение предприятий является прогрессивным шагом.

Влияние вида транспорта на показатели использования основных промышленно-производственных фондов в 1961 г. рассмотрим в зависимости от условий примыкания лесовозных дорог к путям общего транспорта (табл. 3).

Как видно из табл. 3, при всех условиях транспортных связей с потребителями леспромхозы, работающие на базе или с преобладанием автомобильных дорог, имеют более высокие показатели использования основных фондов, чем леспромхозы, работающие на базе или с преобладанием ужд. Исключение составляют предприятия, примыкающие к железным дорогам МПС. Очевидно, при больших расстояниях вывозки, которыми характеризуются прижелезнодорожные леспромхозы, целесообразно применение железнодорожного узкоколейного транспорта, а при небольших — автомобильного.

Наиболее активную роль в процессе лесозаготовок играют транспортные средства, и увеличение их удельного веса в составе основных фондов способствует повышению фондоотдачи.

Таблица 3

Показатели	Виды используемого транспорта				
	узкоколейный	автомобильный	смешанный с преобладанием		
			ужд	автомобильного	тракторного
Вывозка на 1000 руб. основных фондов, $м^3$					
в среднем по изучаемой совокупности леспромхозов	98	151	110	125	143
в том числе:					
для прижелезнодорожных	99	90	129	141	—
для приречных	99,5	167	104	133	143
Выпуск валовой продукции на 1000 руб. основных фондов, руб.					
в среднем по изучаемой совокупности леспромхозов	840	1080	776	925	900
в том числе:					
для прижелезнодорожных	925	817	1090	1150	—
для приречных	666	1120	677	940	900
Фондовооруженность на одного списочного рабочего, тыс. руб.					
в среднем по изучаемой совокупности леспромхозов	3,40	2,61	3,32	3,14	2,91
в том числе:					
для прижелезнодорожных	3,20	2,94	2,87	2,43	—
для приречных	4,10	2,51	3,64	3,16	2,91
Выработка на одного списочного рабочего по валовой продукции, тыс. руб.					
в среднем по изучаемой совокупности леспромхозов	2,86	2,82	2,60	2,90	2,61
в том числе:					
для прижелезнодорожных	2,97	2,40	3,13	2,78	—
для приречных	2,75	2,92	2,46	2,97	2,61

Однако показатели использования транспортных средств определяются наличием и состоянием лесовозных дорог. Необходимо поэтому соблюдать оптимальные пропорции в удельном весе транспортных средств и сооружений.

Структура основных фондов леспромхозов и направления сдвигов в ней за период с 1958 г. по 1961 г. характеризуются данными табл. 4.

Таблица 4

Показатели	1958 г.	1961 г.
Удельный вес промышленно-производственных фондов в общей стоимости, %	64,2	58,1
Состав промышленно-производственных фондов по группам, %		
здания	9,6	10,1
сооружения	38,0	45,0
оборудование производств	5,8	8,6
оборудование силовое	8,3	10,7
передаточные устройства	1,6	1,2
транспортные средства	32,7	20,7
инвентарь, инструменты	4,0	3,7

Примечание. Данные за 1958 г. приведены с корректировкой по результатам переоценки основных средств на 1 января 1960 г.

За три года произошли значительные изменения в структуре основных фондов. Уменьшился удельный вес промышленно-производственных фондов, а в составе последних удельный вес сооружений возрос, транспортных средств — снизился. Одной из причин, вызывающих рост стоимости и удельного веса сооружений, являются низкие грузооборoты лесовозных дорог.

Условия работы леспромхозов оказывают значительное влияние на структуру промышленно-производственных фондов. Так, в 1961 г. прижелезнодорожные леспромхозы в составе производственных фондов имели 53,2% сооружений и 14,6% — транспортных средств, в то время как приречные соответственно 44,3 и 21,8%. В леспромхозах на базе ужд удельный вес сооружений был равен 53,4% и транспортных средств — 16,8%, на базе автотранспорта — 45,5 и 19,1%.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

Конкретные представления о путях улучшения использования основных фондов могут быть получены на основе изучения показателей их использования, которые необходимо исчислять по каждому предприятию, тресту и комбинату в зависимости от типа предприятий.

Такие мероприятия, как внедрение автомобильного транспорта на вывозке леса и укрупнение предприятий, улучшают структуру основных фондов и способствуют повышению показателей их использования в леспромхозах.

Поступила в редакцию
29 января 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.79 : 003.13

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕВОЗОК ЛЕСА В СМЕШАННОМ СООБЩЕНИИ В ВОЛЖСКО-КАМСКОМ БАССЕЙНЕ

В. П. ДМИТРИЕВ

Доцент, кандидат экономических наук

(Северо-Западный заочный политехнический институт)

Проблема перевозок лесоматериалов в Волжско-Камском бассейне остается крайне важной. Объем лесозаготовок в районах, тяготеющих к этому бассейну, некоторое время будет увеличиваться, но затем появится тенденция к снижению его, так как здесь нет даже простого воспроизводства лесного фонда, являющегося источником формирования лесных грузопотоков. В связи с этим приобретает исключительное значение проблема установления необходимых пропорций в перевозках лесных грузов на железнодорожном и водном транспорте.

Особое внимание следует уделить развитию смешанных железнодорожно-водных перевозок леса с Урала в Донбасс и на Кавказ с целью освобождения наиболее загруженных железнодорожных направлений.

Грузопотоки сибирского леса в западном направлении будут следовать из Западной Сибири в районы Центра и из Западной и Восточной Сибири в районы Северного Кавказа, Закавказья и Юга страны. Для освоения этого грузопотока целесообразно использовать волжскую магистраль путем перевалки леса на Каме, с последующей доставкой его в низовья Волги, Дона и вторичной перевалкой на железную дорогу.

По ориентировочным расчетам, к концу 1970-х годов размещение производства и потребления лесоматериалов по экономическим районам и межрайонный обмен ими будет следующим (табл. 1).

Данные баланса лесоматериалов показывают, что избыток сибирского леса используют для снабжения Казахской ССР, Средней Азии и безлесных районов Южного Урала. Круглый лес из Сибири в западном направлении пойдет на нужды районов Урала.

Потребность районов европейской части СССР будет удовлетворяться местными ресурсами леса с завозом его из районов Севера. Для Закавказья и Северного Кавказа планируется поставлять круглые сортименты леса из Архангельской области и Коми АССР. В перспективе по переработке леса на личные нужды на первое место выдвигаются экономические районы Сибири, что видно из табл. 2.

На Севере лесопиление увеличится до 19 млн. $м^3$. В будущем ресурсы пиломатериалов Севера пойдут в районы Северо-Запада, Запада, Юга, частично Центра.

Таблица 1

Районы	Вывоз, млн. $м^3$	Потребление, включая вывоз через район, млн. $м^3$	Сальдо, млн. $м^3$	
			избыток	недостаток
СССР	440	440	34,8	34,8
Север и Северо-Запад	99	77,5	21,5	—
Запад	9	10,6	—	1,6
Центр	50	44,6	5,2	—
Поволжье	5	10,7	—	5,7
Кавказ и Закавказье	6,7	12,2	—	5,5
Юг	7,9	24,9	—	16,7
Урал	55	53,4	1,6	—
Сибирь	166	159,5	6,5	—
Дальний Восток	36	36	—	—
Казахстан и Средняя Азия	5,4	10,7	—	5,3

Таблица 2

Районы	Производство, млн. $м^3$	Потребление, включая вывоз через районы, млн. $м^3$	Сальдо, млн. $м^3$	
			избыток	недостаток
СССР	110	110	35,8	35,8
Север и Северо-Запад	19	10,7	8,3	—
Запад	2,2	5,85	—	3,65
Центр	10	17,9	—	7,9
Поволжье	3,5	4,8	—	1,3
Северный Кавказ и Закавказье	2,35	6,3	—	3,95
Юг	2,55	13,2	—	10,65
Урал	12,2	11,2	1,0	—
Сибирь	48	24,15	23,85	—
Дальний Восток	9	6,35	2,65	—
Казахстан и Средняя Азия	12	9,55	—	8,35

Возрастет межрайонный обмен лесом между Сибирью и южной Украиной, районами Волго-Дона и Кавказом, для освоения которых экономически целесообразно развитие смешанных железнодорожно-водных перевозок с двумя перевалками: с железной дороги на Волгу и Каму и с реки на железную дорогу в Волго-Донском канале (вследствие этого перевозка леса в Волжско-Камском бассейне в смешанном сообщении увеличится).

В целом перспективное развитие перевозок лесоматериалов будет складываться следующим образом (табл. 3).

Таблица 3

Вид транспорта	1958 г.			К концу первого десятилетия			К концу второго десятилетия		
	млн. *Т*	млрд. *Т · км*	средняя дальность, *км*	млн. *Т*	млрд. *Т · км*	средняя дальность, *км*	млн. *Т*	млрд. *Т · км*	средняя дальность, *км*
Железнодорожный	121,5	178,4	1469	215	376,2	1750	205	359	1750
Речной	82,5	33,8	503	147	96,5	665	145	95	655
Морской (малый каботаж)	3,6	2,8	776	6	5,2	867	6	5,2	867

Сопоставление уровня перевозок лесных грузов показывает некоторое снижение отправления круглого леса как железнодорожным, так и речным транспортом во втором десятилетии по сравнению с первым.

Это произойдет вследствие переработки большого количества древесины на целлюлозно-бумажных и химических предприятиях, что освободит транспорт от перевозки отходов в места потребления. При снижении объема перевозок лесных грузов железнодорожным транспортом во втором десятилетии и рационализации межрайонных связей средняя дальность перевозок лесных грузов будет оставаться на одном уровне, так как центры производства и потребления все больше сближаются, а расстояния перевозки сокращаются.

Следовательно, создаются большие возможности для организации смешанного сообщения, которое в условиях Волжско-Камского речного бассейна может осуществляться по двум основным направлениям: а) путем переключения в портах Верхней Волги на водный транспорт большого количества древесины, транспортируемой из районов Европейского Севера в Донбасс; б) путем перевалки в портах Камы лесных материалов Сибири и Урала назначением в районы УССР, Кавказа и Поволжья.

Тенденция развития лесообрабатывающей промышленности в лесных районах бассейна Камы и Волги приведет к сокращению передачи круглой древесины на Волгу и резкому увеличению судовых перевозок пиломатериалов и другой продукции из древесины. Вследствие этого объем транзитного сплава по Волге к концу первого десятилетия намечается на 35% меньше, чем в 1958 г. К этому следует добавить, что замена плотового сплава леса судовыми перевозками на дальние расстояния, в условиях системы водохранилищ, дает некоторый экономический эффект.

Планом развития речного транспорта предусмотрено к концу первого десятилетия в бассейнах рек Верхней Волги и Вятки осуществить значительные судовые перевозки леса, при сохранении транзитного плотового сплава в бассейнах сибирских рек Оби, Иртыша, Енисея, Ангары, Лены, где намечается развитие крупнейших промышленных комплексов по переработке древесины в местах пересечения водных путей с железными дорогами.

Но темпы роста речных перевозок леса в этих районах будут различны. Если в бассейнах Северной Двины и Печоры в перспективе ожидается рост перевозок леса в 1,5 раза по сравнению с 1958 г., то в Обь-Иртышском, Ангаро-Енисейском и Амурском они увеличатся в 3—6 раз.

Сам процесс приближения потребления лесоматериалов к источникам сырья позволит снизить не только плотовые перевозки, но и транспортировку необработанной древесины по железным дорогам, что будет способствовать развитию судовых перевозок продукции из древесины, которые сейчас составляют 7,6% (плотовые — 53,8% от всего объема приплава леса в пункты потребления). К этому следует добавить, что в связи со строительством каскада гидростанций плотовой сплав древесины испытывает эксплуатационные затруднения при шлюзовании секций.

Правда, с переходом на транспортировку лесоматериалов в судах возрастает потребность в капиталовложениях примерно на 45—50%, которые могут окупиться в 3—4 года в результате экономии по эксплуатационным расходам, получаемой при судовых перевозках, где также обеспечивается полная сохранность древесины. А при определенном снижении цен на суда разрыв в капиталовложениях будет уменьшаться, а экономический эффект — увеличиваться.

При оценке экономической эффективности различных видов транспортировки леса следует учитывать скорость доставки лесных грузов в

центры потребления, которая значительно влияет на величину оборотных средств, вложенных в лесоматериалы.

Рассмотрим варианты поставок круглого леса с Северного Урала потребителям Волжско-Камского бассейна, где дефицит в деловой древесине можно покрыть лесными ресурсами, тяготеющими к железнодорожной линии Ивдель — Нарыкары. Первым вариантом поставки круглого леса с Северного Урала потребителям Нижней и Средней Волги является железнодорожная транспортировка леса, приплавленного с Верхней Камы (Волосница — Керчево — Пермь).

Вторым вариантом поступления уральского леса в Волгоград может быть смешанное железнодорожно-водное сообщение с перевалкой леса с железной дороги на воду в Перми.

За третий вариант ликвидации дефицита в круглом лесе у потребителей Юга следует принять водную транспортировку лесоматериалов с Верхней Камы в Волгоград. В этом случае потребность предприятий Камского района обеспечивается компенсированными поставками леса по железной дороге из лесных массивов Северного Урала по маршруту ст. Ивдель — Пермь.

Второй вариант, по сравнению с первым, требует меньших эксплуатационных расходов, но больших капиталовложений. Срок окупаемости добавочных капиталовложений составляет около четырех лет, что является экономически целесообразным для переключения перевозок уральского леса на смешанное железнодорожно-водное сообщение направлением г. Волгоград.

Сравнительная оценка второго и третьего вариантов показывает преимущества последнего, ибо экономические показатели его ниже, и он приемлем для транспортировки леса потребителям Волжско-Камского района.

Третий вариант лучше, так как он дает наименьшую сумму затрат. Таким образом, в обоих случаях подсчета сравнительной эффективности вариантов выводы получились тождественными. Еще большая экономическая эффективность достигается при замене железнодорожных перевозок круглого леса водными. Тем самым подтверждается, что использование Волжско-Камского бассейна для развития водных перевозок леса из районов Северного Урала и Севера европейской части СССР дает значительный экономический эффект, что позволит увеличить грузооборот Волжско-Камского речного бассейна и удельный вес водного транспорта в грузообороте страны.

Поступила в редакцию
8 декабря 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 674.023

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

РАЗБОР АНАЛИТИЧЕСКОГО СПОСОБА Ф. Е. ЗАХАРЕНКОВА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МАКСИМАЛЬНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ РЕЗАНИЮ ПРИ СИЛОВОМ МЕТОДЕ ОБРЕЗКИ СУЧЬЕВ

Е. В. КИРИЛЛОВ

Младший научный сотрудник

(ЦНИИМЭ)

Ф. Е. Захаренков [3] предлагает расчет максимальных усилий, возникающих при срезании сучьев. Общее усилие резания складывается из $P_н$ — усилия надрезания, $P_д$ — сопротивления по передней грани, $P_з$ — сопротивления по задней грани. Автор делает основное отступление от принятой им схемы С. А. Воскресенского [2], когда допускает, что нормальное давление на переднюю грань резца пропорционально объему вытесненной резцом древесины, то есть

$$N_д = qV,$$

где $N_д$ — нормальное давление на переднюю грань резца, *кГ*;

q — удельная сила смятия, приходящаяся на единицу объема вытесненной древесины, *кГ/мм*^{3};

V — объем древесины, вытесненной резцом, *мм*^{3}.

Доказано, что величина удельного давления на переднюю грань резца не зависит от глубины его внедрения. Этим и определяется прямолинейный характер изменения усилия резания по мере внедрения резца в образец постоянной ширины.

Из принятого допущения о пропорциональности $N_д$ и V следует, что $N_д$ будет изменяться по закону возрастающей квадратичной функции.

Рассмотрим это на примере перерезания образца постоянной ширины, равной единице.

Пусть $x_1 = 1$ *мм*, $x_2 = 2$ *мм* и $x_3 = 3$ *мм*, где x_1, x_2 и x_3 — глубина внедрения резца.

Так как $V = \frac{1}{2} xh$ (рис. 1), то $V_1 = \frac{1}{2} x_1 h_1$; $V_2 = \frac{1}{2} x_2 h_2$ и $V_3 = \frac{1}{2} x_3 h_3$.

Но $h_1 = x_1 \operatorname{tg} \delta$, тогда $h_2 = x_2 \operatorname{tg} \delta$ и $h_3 = x_3 \operatorname{tg} \delta$, где h_1, h_2 и h_3 — высота клиновидного резца, участвующего в резании.

Следовательно, $V_1 = \frac{1}{2} x_1^2 \operatorname{tg} \delta$; $V_2 = \frac{1}{2} x_2^2 \operatorname{tg} \delta$ и $V_3 = \frac{1}{2} x_3^2 \operatorname{tg} \delta$.

Так как $q = \text{const}$, то отношение $N_д$ для трех положений резца можно определить как отношение вытесненных объемов, то есть

$$\frac{N_{д_1}}{N_{д_2}} = \frac{V_1}{V_2} \quad \text{и} \quad \frac{N_{д_1}}{N_{д_3}} = \frac{V_1}{V_3}.$$

Величина давления на переднюю грань возрастает в квадратичной зависимости по мере внедрения резца в древесину, что отрицает прямолинейный характер изменения усилия резания. А так как основная работа совершается передней гранью, то предложенный Ф. Е. Захаренковым способ не точен и не может быть принят для расчетов.

Следует отметить, что проведенные Ф. Е. Захаренковым математические выкладки по определению размера перерезаемой площади сучка, величины выдавленного резцом объема древесины, сложению сил, действующих на резец, представляют теоретический интерес. Однако (даже если бы предложенный метод не содержал принципиальных

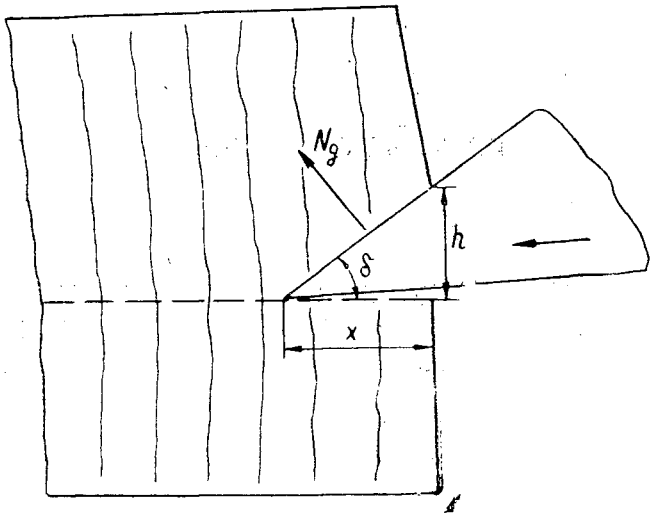


Рис. 1.

неточностей при определении $N_д$) им пользоваться было бы затруднительно из-за большой сложности расчетов.

Мы считаем, что значительно проще определять усилие резания по методу С. А. Воскресенского, если пренебречь работой задней грани. По нашим исследованиям, влияние задней грани несущественно при силовом резании клиновидным резцом.

$$P_x = P_н + \sigma_{в\ см\ \%} Bx(\operatorname{tg}\delta + f), \tag{1}$$

где $P_н$ — усилие надрезания;
B — усредненная ширина сучка;
$\sigma_{в\ см\ \%}$ — предел прочности на смятие древесины сучьев со стороны передней грани;
x — глубина внедрения резца;
δ — угол резания;
f — коэффициент трения древесины сучьев о переднюю грань резца.

Расчет ведем для ножа с $\alpha_з = 5°$; $\delta = 35°$ и $\rho = 0{,}05$ *мм*. При перерезании еловых сучьев принимаем $f = 0{,}5$; $\sigma_{в\ см\ max} = 300$ *кГ/см*². Тогда с учетом направления волокон, используя данные А. Л. Бершадского [1], получаем $\sigma_{в\ см\ max\ \%} = 144$ *кГ/см*².

При перерезании сосновых сучьев, которые обладают меньшей твердостью, принимаем $f = 0{,}3$; $\sigma_{в\ см\ max} = 200$ *кГ/см*². Тогда, используя также данные А. Л. Бершадского, находим $\sigma_{в\ см\ \%} = 96$ *кГ/см*².

Формулу для P_x можно представить в следующем виде, раскрывая значение $P_н$,

$$P_x = 2K_л \rho B + \sigma_{в\ см\ \%} Bx(\operatorname{tg}\delta + f), \tag{2}$$

здесь $K_л = 35$ *кГ/мм*² — среднее условное напряжение у лезвия при радиусе затупления $\rho = 0{,}015$—$0{,}25$ *мм*.

Получаем величину B и x для различных d

$d = 20$ *мм*	$B = 0{,}7 \times 2 = 1{,}4$ *см*	$x = 1$ *см*
$d = 30$ »	$B = 2{,}1$ *см*	$x = 1{,}5$ »
$d = 40$ »	$B = 2{,}8$ »	$x = 2$ »
$d = 50$ »	$B = 3{,}5$ »	$x = 2{,}5$ »
$d = 60$ »	$B = 4{,}2$ »	$x = 3$ »

Тогда, подставляя значения в формулу (2), находим соответствующие P_x, которые сравниваем с опытными данными [3] для рассматриваемых в расчетах условий (табл. 1). Сравнения показывают, что формула (2) дает близкие к опытным результаты для усилия резания при $\delta = 35°$. Для других условий резания, вследствие их многообразия, расхождения могут быть меньше или больше, так как значения коэффициентов трения

Таблица 1

Средний диаметр сучьев, *мм*	Максимальное сопротивление резанию, *кГ*		
	по расчету	по опыту	относительная ошибка, %
20	277/169	230/150	+20,0/+12,6
30	598/355	610/380	−2,0/−6,6
40	1040/607	1200/530	−13,3/+14,5
50	1603/927	1750/880	−8,4/+5,3
60	—/1315	—/1200	—/+9,6

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

f и $\sigma_{в\,см}$ % колеблются и изменяется степень затягивания ножа. Однако формула (2) позволяет отыскать значения, близкие к опытным, поэтому она может быть пригодна для целей практики при производстве предварительных расчетов усилий резания.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Л. Бершадский. Резание древесины. Гослесбумиздат, 1956. [2]. С. А. Воскресенский. Резание древесины. Гослесбумиздат, 1955. [3] Ф. Е. Захаренков. Аналитический способ расчета максимального сопротивления резанию при силовом методе обрезки сучьев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963.

Поступила в редакцию
5 октября 1964 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

УДК 634.0.232 (23)

О КАТЕГОРИЯХ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫХ ПЛОЩАДЕЙ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ*

В. Ф. ЧОПЕНКО

Младший научный сотрудник

(Сахалинская лесная опытная станция)

Отнесение лесокультурных площадей к той или иной категории обусловлено наличием естественного возобновления и возможным способом подготовки почвы. Выделенные нами категории (А, Б, В) отличаются только способом подготовки почвы. Определяющим фактором при отнесении невозобновившихся естественным путем площадей к той или иной категории является наличие и количество пней.

В особую категорию Г включены площади, неудовлетворительно возобновившиеся главной или второстепенными породами, а также изреженные насаждения с густым подлеском. На таких площадях рекомендуется частичная подготовка почвы.

Несомненно, приведенное деление довольно просто и вполне удовлетворяет производство в равнинных условиях. Однако эта классификация не отражает специфики горных лесокультурных площадей. Необходимо установить категории лесокультурных площадей для горных районов, так как только при этом возможна привязка типов лесных культур к конкретным условиям местности.

Главной причиной, обусловливающей выбор способа обработки почвы в горных условиях (о. Сахалин), является крутизна склонов и складчатость местности. Наличие пней, несомненно, также имеет важное, хотя и меньшее значение.

Немаловажную роль играет и микрорельеф местности, так как даже на пологих склонах при сильно выраженном микрорельефе нельзя говорить о высококачественной механизированной подготовке почвы.

В условиях горного рельефа, в частности на о. Сахалине, нам представляется целесообразным делить площади культурного фонда на три категории.

1 — участки крутизной до 15—20°. Складчатость выражена слабо. Микрорельеф слабо- и средневыраженный.

2 — участки крутизной свыше 15—20°, а также менее 15—20°, но с хорошо выраженной складчатостью или микрорельефом.

К первой и второй категориям относятся только площади, естественно не возобновившиеся как главной, так и второстепенными породами.

3 — участки, неудовлетворительно возобновляющиеся главной породой или возобновившиеся березой и другими лиственными, а также изреженные насаждения с густым подлеском или площади, заросшие курильским бамбуком, независимо от крутизны склона.

В пределах первой и второй категорий целесообразно выделить по три подкатегории лесокультурных площадей.

1, А — вырубки, вырубки-гари, пустыри и прогалины со сгнившими, удаленными или очень редкими пнями, крутизной до 8°, допускающие сплошную распашку, а также все другие виды подготовки почвы.

1, Б — вырубки-гари, пустыри и редины, с числом пней на 1 *га* 400—500, а также лишенные пней, но крутизной более 8°. Почву можно подготавливать полосами, бороздами и площадками (механизированным способом).

---

* Статья печатается в порядке обсуждения.

1, В — вырубки, вырубки-гари, пустыри и редины, с наличием пней более 400—500 шт. на 1 *га*, допускающие подготовку почвы бороздами или площадками (механизированным способом).

2, А — участки крутизной до 7—10°, с выраженной складчатостью (вдоль склона). Подготовка почвы бороздами, проводимыми вдоль склона, и площадками.

2, Б — участки крутизной 10—18° с сильно выраженной складчатостью и микрорельефом. Подготовка почвы только площадками (механизированным и ручным способом).

2, В — участки крутизной свыше 18—20°, допускающие подготовку почвы только площадками вручную.

Учитывая, что на Сахалине в составе лесокультурного фонда до 200 тыс. *га* площадей, заросших курильским бамбуком (бамбучники — по А. И. Толмачеву), третью категорию следует также подразделить на две части.

3, А — вырубки и вырубки-гари, неудовлетворительно возобновившиеся главной породой или возобновившиеся березой и другими лиственными, а также изреженные насаждения с густым подлеском, допускающие подготовку почвы только площадками.

3, Б — вырубки, вырубки-гари, пустыри, лишенные естественного возобновления, заросшие курильским бамбуком. Подготовка почвы полосами и площадками.

Предлагаемая схема деления лесокультурных площадей на категории в условиях о. Сахалина является первой попыткой такого рода и требует проверки в производственных условиях.

Поступила в редакцию
22 февраля 1965 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

ЗА РУБЕЖОМ

ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ МИРА, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ VI МИРОВОГО ЛЕСНОГО КОНГРЕССА

И. С. МЕЛЕХОВ

Академик ВАСХНИЛ

Вице-президент Конгресса

В 1960 г. «Лесной журнал» освещал работу V мирового лесного конгресса *. За истекший период в мире произошли заметные изменения в размерах и характере производства, а также потребления древесины и ее продуктов, еще более возросло значение леса для человечества. На основе инвентаризации лесов, проведенной в ряде стран за последние годы, уточнены мировые лесные ресурсы.

Перед лесным хозяйством и лесной промышленностью появились новые проблемы. Усложнились взаимосвязи между промышленностью, лесным и сельским хозяйством.

Немаловажные задачи стоят в области подготовки лесных специалистов разных уровней и разного профиля. Ощутимее стала необходимость в обмене опытом и научной информацией не только в пределах одной страны, но и в международном масштабе.

Все более заметную роль в развитии научного и технического прогресса в лесном хозяйстве и лесной промышленности стали играть международные лесные конгрессы и конференции.

В июне этого года в г. Мадриде (Испания) состоялся Шестой мировой лесной конгресс. В работе Конгресса участвовало 2000 делегатов от 92 стран, не считая нескольких сотен неофициальных участников, а также международные организации: Сельскохозяйственная и продовольственная комиссия ООН (ФАО), Европейская экономическая комиссия и др. Активное участие принимала советская делегация, состоявшая из 22 человек. В состав нашей делегации входили ученые, руководящие деятели лесного хозяйства и специалисты с производства: Н. П. Анучин, М. М. Бочкарев (заместитель руководителя делегации), П. В. Васильев, В. З. Гулисашвили, Б. Д. Ионов, Л. А. Кайрюкштис, Г. В. Крылов, В. И. Клевцов, Б. Н. Лукьянов, И. С. Мелехов (руководитель делегации), А. А. Молчанов, П. И. Мороз, А. И. Писаренко, Л. В. Роос, А. А. Цымек, А. А. Яценко-Хмелевский и др.

В Оргкомитет Конгресса было представлено около 600 докладов. Они были размножены на трех официальных языках Конгресса (английском, французском, испанском), и каждый делегат имел возможность ознакомиться с ними.

Специальный доклад был представлен Сельскохозяйственной и продовольственной комиссией (ФАО) о направлениях и перспективах мировой потребности и использовании древесины и ее продуктов. В этом обширном документе сделана попытка на основе анализа современного состояния лесных ресурсов, развития лесной промышленности, лесного хозяйства и лесной торговли дать прогноз изменения мирового баланса снабжения и потребностей в древесине и ее продуктах до 1975 г.

Основное внимание Шестого мирового лесного конгресса было уделено рассмотрению все возрастающей роли лесного хозяйства в изменении мировой экономики. Вместе с тем, тематика конгресса была широкой и охватывала все отрасли лесного дела.

6 июня 1966 г. состоялось открытие Конгресса, где были избраны его руководящие органы и заслушаны вступительные речи. Президентом был избран доктор Ф. Ортуно Медина (Испания), почетными президентами — по традиции президенты предыдущих конгрессов: доктор Р. Е. Макардл (США) — президент V мирового лес-

---

* И. С. Мелехов. Пятый всемирный лесной конгресс. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1960.

ного конгресса и доктор Е. Саари (Финляндия) — президент III мирового лесного конгресса. Были избраны также вице-президенты, в том числе автор; член советской делегации Л. В. Роос был избран заместителем председателя технической комиссии лесозаготовок и транспорта.

К Конгрессу обратился Генеральный директор ФАО доктор Б. Р. Сен. Он отметил сдвиги в сторону большого признания роли и значения лесов в современном мире. Проблемы, возникающие сегодня перед лесоводами, становятся все более многочисленными и сложными. Усиленное потребление всех природных ресурсов с ростом населения и экономическим развитием приводит к необходимости перехода от простого сохранения к планированию и управлению ими. Это особенно относится к ресурсам, способным к восстановлению. Растет необходимость расширения многосторонних защитных и социальных полезностей леса и лесных земель, при сохранении соответствующего значения лесов для промышленного использования. Освоение освобождаемых сельскохозяйственных земель для продуктивного выращивания леса, возрастающая важность сохранения дичи и обеспечения чистой высококачественной водой, использование лесов жителями городов для отдыха — все это источник новых проблем и новой политики. Б. Р. Сен оттенил возросшие возможности создания и улучшения лесов в связи с прогрессом биологической науки и, в частности, генетики, а также подчеркнул значение успехов научных исследований в области технологии и химии древесины, ведущих к производству новых промышленных продуктов из древесины.

Было отмечено также, что развивающиеся страны лишены пока возможности полноценного использования лесов, получения наилучших цен за свои традиционные экспортные лесоматериалы в необработанном виде. Этим странам необходима помощь, особенно в развитии лесной промышленности и изменении в связи с этим структуры их лесоэкспорта.

В приветственной речи министр сельского хозяйства Испании напомнил о печальном опыте уничтожения лесов в этой стране. В настоящее время в Испании проводятся значительные работы по облесению.

В своем выступлении президент Конгресса Ф. Ортуно затронул вопросы координации лесного хозяйства и промышленности; он остановился также на связи программы облесения и эволюции рынков, выращивании быстрорастущих пород и дальнейшем развитии лесного образования и науки.

Все эти и многие другие вопросы явились предметом дальнейшего рассмотрения на Конгрессе. Последующая работа Конгресса осуществлялась на четырех пленарных сессиях, а также в десяти технических комиссиях и завершилась заключительной сессией.

Пленарные сессии были посвящены рассмотрению следующих проблем, выдвинутых в докладе ФАО: тенденции в мировом потреблении древесины и ее ресурсы; планирование использования потенциальных путей и возможностей в лесном хозяйстве и лесной промышленности; организационная структура развития лесного хозяйства; финансирование лесного хозяйства и лесной промышленности.

Таким образом, лейтмотивом пленарных сессий была экономика, хотя на них широко рассматривались и лесоводственные проблемы (например, повышение продуктивности лесов).

Председателями пленарных сессий были вице-президенты Конгресса: И. С. Мелехов (СССР), Х. Бересфорд (Великобритания), Н. Альтуве Гонзалез (Венесуэла), Е. П. Клифф (США). Активное участие в пленарных сессиях принимали руководящие деятели лесного отдела ФАО: директор отдела доктор Н. Осара, его заместитель доктор Вестоби и др. Различные аспекты проблем, вынесенных на пленарные сессии, освещались вначале в выступлениях экспертов, среди которых были известные специалисты в области экономики, технологии, лесоводства из разных стран. Затем происходило более широкое обсуждение, в котором участвовали все желающие выступить делегаты конгресса. Кроме пленарных сессий, на Конгрессе работали десять технических комиссий по рассмотрению следующих проблем: улучшение деревьев и облесение; лесозащита; лесоводство и лесоуправление; лесозаготовки и лесотранспорт; рабочая сила в лесном хозяйстве и лесной промышленности; проблемы лесного хозяйства в тропиках; деревообработка, химическая переработка, лесохимия, древесиноведение; национальные парки, лесные зоны отдыха, лесная фауна; влияние леса на окружающую среду; лесная экономика и статистика.

Общая площадь лесных земель мира, по отчетным данным 1963 г. с дополнительными уточненными поправками, определяется в 4229167 тыс. *га* (что составляет 32,2% всей земельной территории *). Продуктивная лесная площадь (то есть практически собственно леса) исчислена в 2190824 тыс. *га*. По этим же данным, на долю хвойных приходится 35%, лиственных — 60%; 5% отнесено к не очень четко вы-

* Wood: World Trends and Prospects. «Unasylva», Vol. 20 (1—2) Numbers 80—81, 1966.

деленной категории смешанных лесов (статистика многих стран не выделяет эту категорию, указанные 5% не отражают истинного положения). Предстоит большая работа по дальнейшему уточнению лесных ресурсов.

Леса размещены неравномерно, неодинакова степень их освоенности и доступности. На Конгрессе, его пленарных сессиях и технических комиссиях большое внимание было уделено перспективам промышленного и иного использования лесных ресурсов в различных частях нашей планеты.

На пленарных сессиях, особенно на первой, подчеркивалось, что современным беспрецедентным изменениям в мировой экономике в равной степени сопутствуют изменения в области потребления и использования древесины.

Соотношения между растущим населением и возрастающим благосостоянием различны в разных географических районах земного шара. В технически развитых странах, где население составляет менее 1/3 человечества, к 1975 г. потребность в «экстра-промышленной древесине» (extra industrialwood) будет составлять 70% мировой.

Уже в настоящее время в некоторых развитых странах создается напряженное положение со снабжением древесиной. Происходят быстрые изменения в характере ее потребления. Возрастает значение обработанной и переработанной древесины, ее продуктов — бумаги, картона, плит. В связи с этим быстро меняется оценка размера сортиментов, качества древесины, вида древесной породы. Наметившиеся тенденции будут проявляться и усиливаться и после 1975 г. Все это имеет огромное значение для лесной политики и управления лесным хозяйством. Технический прогресс в переработке древесины дает возможность интегральной утилизации лесных запасов, повышения эффективности использования каждого кубометра заготовленной древесины, ускорения выращивания и сроков жатвы леса. В удовлетворении будущих мировых потребностей в древесине большие надежды возлагаются на невовлеченные в эксплуатацию лесные ресурсы и создаваемые в короткие сроки плантационные леса.

Все более значительная часть потребностей в древесине будет удовлетворяться посредством развертывания международной торговли; особенно подчеркивалось ее значение для Западной Европы и Японии.

Небезынтересно отметить, что на Конгрессе вопросы возобновления леса и повышения его продуктивности привлекли внимание не только лесоводов, но и многих экономистов, специалистов по производству целлюлозы и др. Советские и ряд зарубежных экономистов отмечали, что современная высокая конъюнктура лесной промышленности и растущие ее потребности в сырье, а также общенациональные интересы разумного использования и воспроизводства лесов требуют финансирования лесного хозяйства, не ограничивающегося доходами по лесопользованию, а включающего накопления по всем отраслям производственного использования древесины. Это позволяет ставить вопросы расширения лесоразведения и лесовосстановления и обеспечить непрерывное пользование лесом. Финансирование лесопосадок из общих накоплений промышленных объединений и государства уже начинает заметно применяться в практике некоторых стран (Франция, США, Испания и др.). Это необходимый и реалистичный путь резкого расширения масштабов лесокультурного дела и обеспечения, таким образом, постоянной лесосырьевой базы. Следовало бы нашим лесопромышленным организациям внимательно и глубоко рассмотреть этот вопрос.

Конгресс уделил также внимание необходимости применения более тщательных методов производственно-технического планирования с использованием современных приемов программирования и счетно-решающих устройств как в лесном хозяйстве, так и в лесной промышленности.

Проблема возобновления и разведения леса в целях создания устойчивой сырьевой базы интересовала технические комиссии, рассматривавшие вопросы лесоводства и лесоуправления, лесозаготовок и лесотранспорта, деревообработки и химической переработки древесины

Вопросы возобновления леса, сохранения и приумножения лесных богатств рассматривали не только как лесосырьевую проблему, но и с точки зрения наилучшего обеспечения защитных, санитарно-гигиенических и эстетических функций леса. Все большее внимание уделяется так называемой рекреационной роли леса в современном мире, то есть значению его для отдыха человека. Эти темы были затронуты как на пленарных сессиях, так и на заседаниях технических комиссий по вопросам влияния леса на окружающую среду и организации национальных парков, лесных зон отдыха, сохранения дичи. В некоторых докладах (Канада, ФРГ) был представлен интересный фактический материал по загрязнению воздуха и воды отходами промышленных предприятий, а также радиоактивными продуктами распада, которые поглощаются хвоей, листвой, древесиной и лесной подстилкой.

Проблема чистой воды за последние годы начинает все более тревожить человечество. Не последнее место в ее разрешении должно быть отведено лесу.

(*Продолжение следует*)

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 5 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1966

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

НОВИНКИ ЗАРУБЕЖНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Практика торговли лесом, изд. 3-е, 1965, Macmillan and Co. Ltd. (incorporating Cleaver — Hume Press Ltd.) St. Martin's Street, London, W. C. 2. Учебник с 15 картами и диаграммами и 14 таблицами. Как известно, первое издание вышло в свет в 1950 г., второе — в 1953 г.

В учебнике рассматривается 26 форм контрактов и чартеров, в него включен словарь технических терминов и фраз на английском, шведском, французском и финском языках, часто используемых в чартерах, спецификациях и коносаментах (которых обычно нет в стандартных словарях). Введены новые главы об истории торговли лесом, разделы о торговле хвойной древесиной, информация о правилах (финские, шведские, русские, канадские — Западное и Восточное побережье, бразильские и американские) сортировки и браковки хвойной древесины, а также лиственных пород и фанеры. Уделено внимание вопросам консервирования древесины, пакетированию, фанере и шпону, древесно-волокнистым и древесно-стружечным плитам.

Книга является не только учебником, но и окажет помощь как справочник даже опытному работнику торговли.

2. Издательство «Макдональд энд компани лимитид» выпустило новый учебник по технологии деревообработки в двух томах. В первом описываются лесопильные станки, правила техники безопасности оборудования деревообрабатывающей промышленности, циркульные пилы и уход за ними, набивка и вальцовка пил, строгальные станки и режущие головки, заточка строгальных ножей, ленточные пилы, токарные станки по дереву и различные расчеты.

Содержание второго тома включает описание вертикального калевочного станка, строгально-калевочного, высокоскоростного (фасоннофрезерного), шипорезных и пазовальных станков, долбежных, а также описание производства резьбы по дереву, мер по технике безопасности. Учебник хорошо иллюстрирован фотографиями, рисунками и чертежами. Предназначен для преподавателей и студентов технических колледжей.

3. «Лесоводство и лесная промышленность Южной Африки». Книга вышла в свет.

4. Издательство «Академик пресс инкорпорейтед», Нью-Йорк выпустило первый том «Международного обзора научно-исследовательской работы по лесоводству». Текст строго научный и фундаментальный; при этом особое внимание уделяется биологическим принципам. Статьи предназначены главным образом для научных работников, преподавателей и студентов старших курсов. Этот том включает в себя историю науки о лесоводстве во всем мире (особо рассматривается Центральная Европа и улучшение плодородия лесов на плохо дренированных торфяных почвах), определение потребностей древостоев в питательных веществах, оценку продуктивности лесных участков, анатомию, химию и физиологию коры, физиологические процессы в семенах древесных пород в периоды созревания, хранения и прорастания, а также разумное уничтожение насекомых.

5. Издательство «Корнэлл Мэритайм Пресс», Кембридж, штат Мэриленд недавно выпустило книгу Дж. Е. Кейфорда и Рональда Е. Скотта «Лесозаготовки под водой». Книга описывает практику и возможности подъема топляков как дополнительный источник снабжения древесиной.

В. М. Лазарев.

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт).

СОДЕРЖАНИЕ

Ф. И. Коперин. Лесозаготовительной промышленности — повседневное внимание 3

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

М. Л. Дворецкий. О степени устойчивости средних деревьев древостоя с возрастом 6
Ф. П. Садовничий. Ход роста молодняков сосны I, II, III классов бонитета 10
А. Ф. Черкасов. К вопросу о лесоводственной характеристике порослевых дубрав 15
Р. В. Бобров. Условия появления краснины у осины 19
В. А. Гурмаза. Разложение лесной подстилки под насаждениями различной продуктивности 23
О. Д. Цыплакова. Опасная болезнь лиственницы в культурах Воронежского государственного заповедника 26
В. В. Голиков, Э. Н. Фалалеев. Закономерности строения ветвей сибирских древесных пород 30
Н. В. Подзоров. Определение начала заболевания деревьев сосны обыкновенной 33
С. Ш. Читашвили. Об изменении фотосинтетического аппарата буковых молодняков в связи с изреживанием разной интенсивности 36
А. Юсупов. Обоснование применения призмы Н. П. Анучина и полнотомера В. Биттерлиха в горных условиях 42
А. В. Лукин. Культуры ели обыкновенной на черноземной почве в Липецкой области 45
Г. В. Матвеева. Влияние воздушной подсушки на приживаемость черенков тополя бальзамического 48

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

В. Г. Нестеренко. О свободной и связанной воде в оттаивающей древесине 52
С. А. Боровский. К расчету силовых параметров прижима и определению оптимальных профильных характеристик подающих элементов гусеничного движителя 53
В. А. Лаптев, Б. И. Кувалдин. Влияние балласта на сопротивляемость узкоколейного температурно напряженного пути выбросу 65
М. М. Корунов. О пропускной способности автомобильных лесовозных дорог 73
В. Т. Решетников. Влияние углов постановки шеймы на сопротивление донной железобетонной опоры сдвигу 77
П. В. Матвеев. Прочность цементно-грунтовых покрытий при укреплении местных грунтов с учетом их неоднородности 82

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

А. И. Мазурчик. Фанерование древесины непрерывным способом 86
В. А. Тихонов. Исследование действия стружколомателя при прямолинейном резании древесины 89
В. Ф. Щеглов. К вопросу определения степени механизации пакетоформирующих машин 91
В. Р. Фергин. Об износе и затуплении режущего инструмента при точении древесины 98

Е. В. Мельников. Грибоустойчивость лигноуглеводных пластиков 104
В. Н. Фурлетов, М. Е. Каган. Клееные панели из древесно-стружечных плит 107
В. Г. Кротов, В. Н. Петри. Интенсификация процессов воздушной сушки пиломатериалов до транспортной влажности при невысоких температурах 112
В. И. Никанов. Пороки и посортное соотношение осинового пиловочника . 117

ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

А. Е. Соснин, М. М. Загуляева. К вопросу о повышении скорости извлечения смолистых веществ при экстрагировании осмольной щепы бензином 120
А. Д. Иваненко, В. М. Никитин. О взаимодействии сульфатного щелочного лигнина с фенолом в щелочной среде 125
Э. М. Цацка. Испытание в качестве мягчителя отстойных смол, полученных при шпелевании древесных отходов 127
Ю. Н. Непенин, А. Д. Буевская. Применение щелоков от горячего облагораживания для сульфитной варки 129
О. К. Завьялова, В. И. Юрьев. Влияние природы органических и минеральных кислот на десорбцию катионов из целлюлозных материалов . . 138
Б. Д. Богомолов, О. Ф. Горбунова. О сере в тиолигнинах 143

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Л. Г. Молчанов. Выбег суппорта при автоматической настройке деревообрабатывающих станков 147
Е. Н. Гукалло. К вопросу расчета отсекателей 153

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Е. Г. Мальцева. Современное состояние основных фондов леспромхозов . . 159
В. П. Дмитриев. Экономическая эффективность перевозок леса в смешанном сообщении в Волжско-Камском бассейне 163

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Е. В. Кириллов. Разбор аналитического способа А. Ф. Захаренкова по определению максимальных сопротивлений резанию при силовом методе обрезки сучьев 167
В. Ф. Чопенко. О категориях лесокультурных площадей в горных условиях 170

ЗА РУБЕЖОМ

И. С. Мелехов. Лесные ресурсы мира, их использование и воспроизводство. Некоторые итоги VI Мирового лесного конгресса 172

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. М. Лазарев. Новинки зарубежной литературы 175

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5.
(Год издания девятый).

Сдан в набор 13/VIII-66 г. Подписан к печати 8/X-66 г. Форм. бум. 70x108 1/16. Печ. л. 15,4+2 вклейки. Физич. л. 11. Уч.-изд. л. 14,81. Тираж 1600. Сл 00115. Заказ 1886. Цена 1 руб.

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

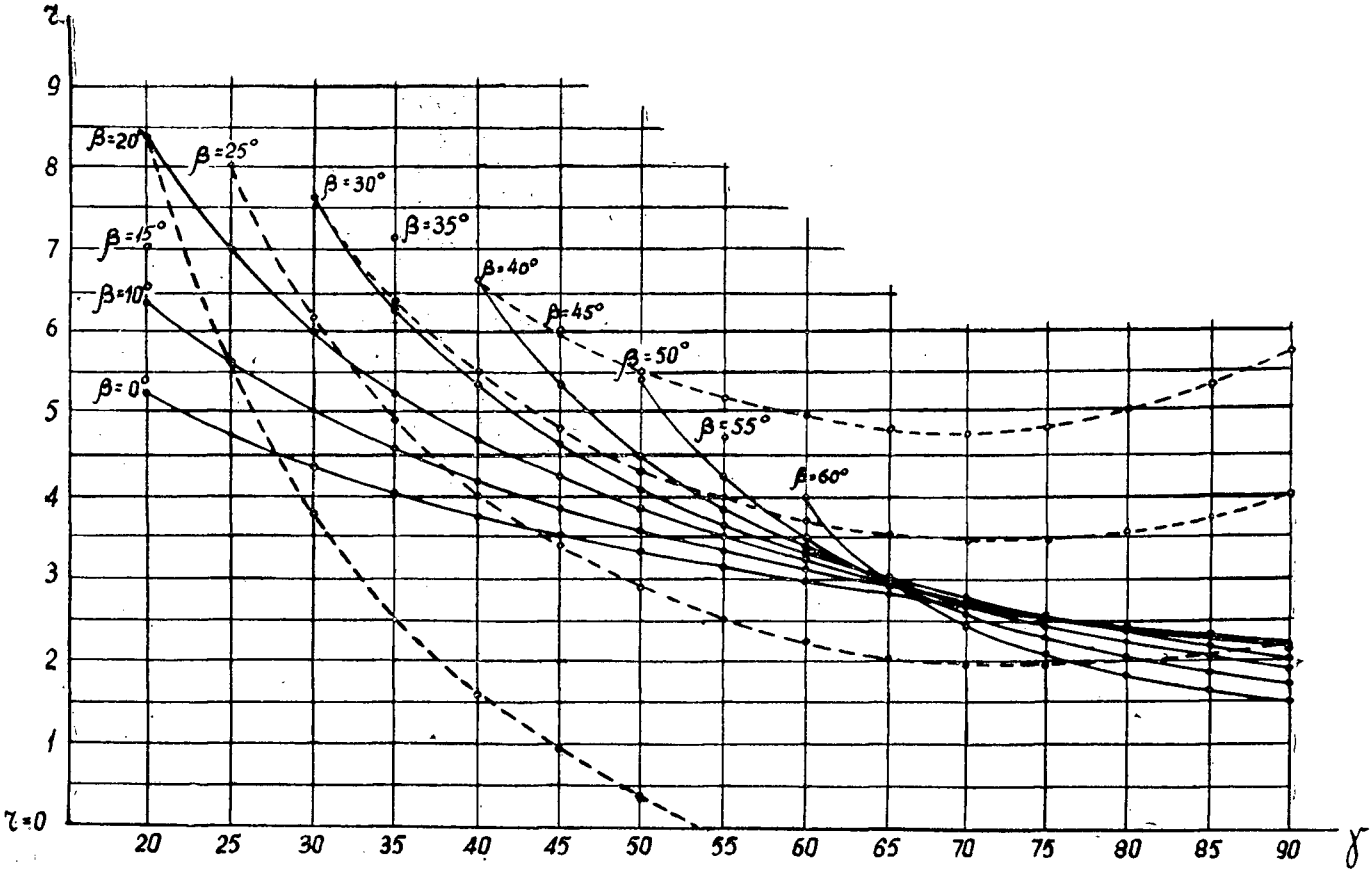

τ
9
8
7
6
5
4
3
2
1
τ=0
β=20°
β=25°
β=30°
β=35°
β=40°
β=45°
β=50°
β=55°
β=60°
β=15°
β=10°
β=0°
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
γ

Рис. 4.

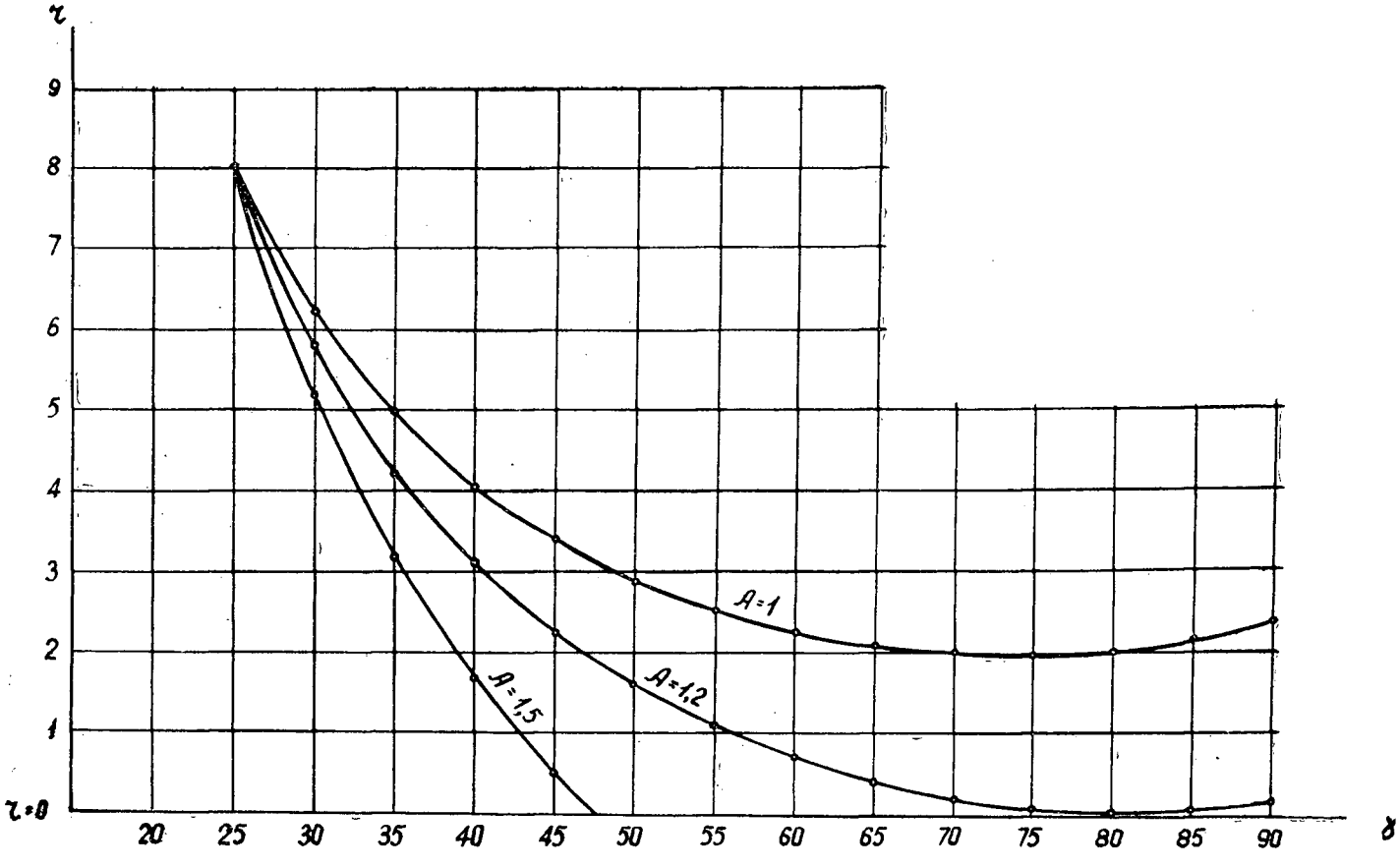

τ
9
8
7
6
5
4
3
2
1
τ=0
A=1
A=1,2
A=1,5
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
γ

Рис. 5.

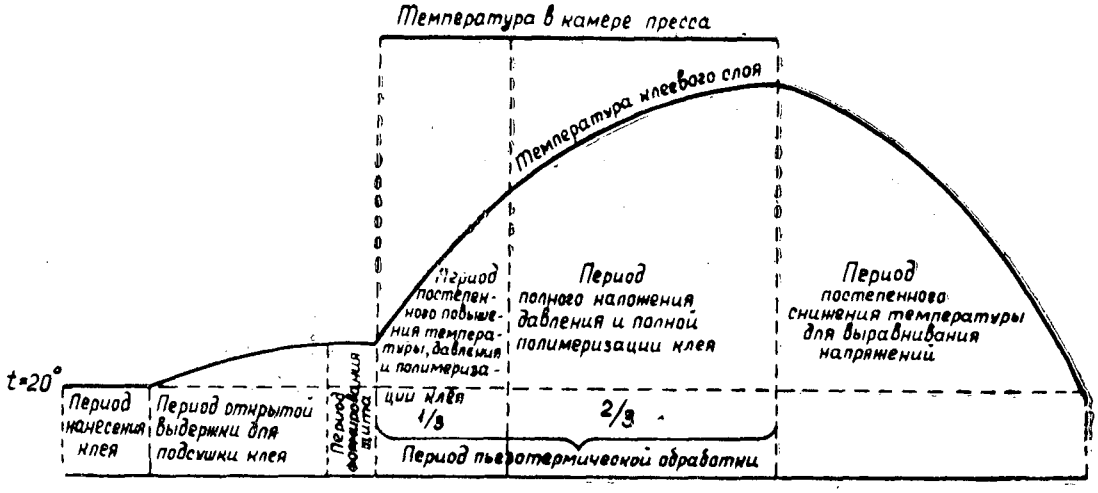

Температура в камере пресса
Температура клеевого слоя
t=20°
Период нанесения клея
Период открытой выдержки для подсушки клея
Период формования шпона
Период постепенного повышения температуры, давления и полимеризации клея
1/3
Период полного наложения давления и полной полимеризации клея
2/3
Период постепенного снижения температуры для выравнивания напряжений
Период пьезотермической обработки

Рис. 1.

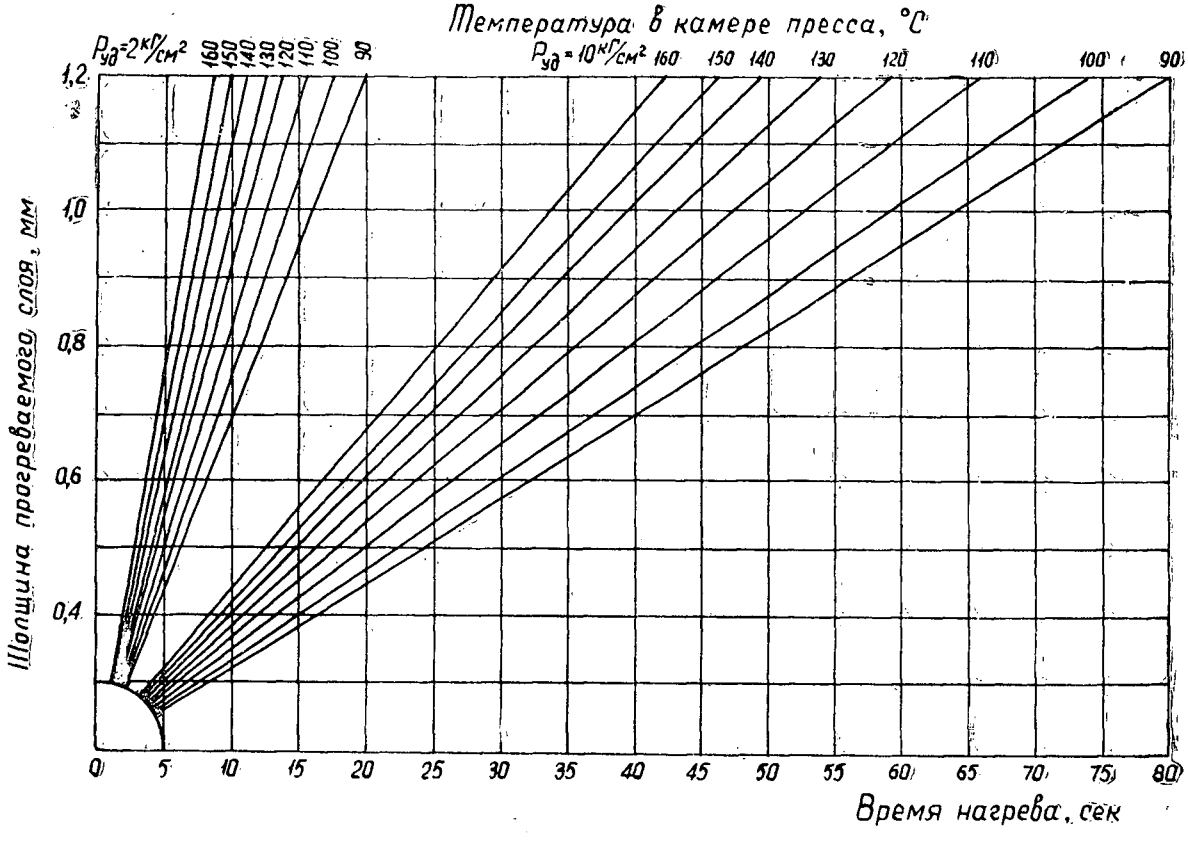

Температура в камере пресса, °С
Руд=2кг/см²
160 150 140 130 120 110 100 90
Руд=10кг/см²
160 150 140 130 120 110 100 90
Толщина прогреваемого слоя, мм
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80
Время нагрева, сек

Рис. 2.

Цена 1 руб. Индекс 70368

Подписывайтесь на журнал на 1966 г.

«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965 и 1966 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

5
1966

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