МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ТРЕТИЙ

1

1960

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Доц. **Ф. И. Коперин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчаль** (зам. отв. редактора), председатель Архангельского совнархоза **И. Е. Воронов**, проф. **А. Э. Грубе** (зам. отв. редактора), проф. **М. Д. Данилов**, проф. **В. К. Захаров**, проф. **О. Г. Каппер**, проф. **С. Я. Коротов**, проф. **Ф. М. Манжос**, акад. ВАСХНИЛ проф. **И. С. Мелехов**, проф. **И. М. Науменко**, доц. **Н. В. Никитин**, доц. **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 и лесохозяйственных институтов.

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная им. Сталина, 17. Лесотехнический институт, тел. 3-63-27.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ЛЕСНАЯ НАУКА ВО ВТОРОМ ГОДУ СЕМИЛЕТКИ

Под руководством славной Коммунистической партии Советского Союза трудящиеся нашей страны добились перевыполнения заданий 1959 года — первого года исторической семилетки, представляющей собой решающий шаг в построении материально-технической базы коммунизма.

Охваченные великим всенародным творческим подъемом, советские люди опережают плановые сроки введения в строй новых производственных мощностей, досрочно решают сложные задачи быстрого роста продуктивности сельскохозяйственного производства, совершенствуют технологические процессы, все больше и смелее внедряют в практику достижения передовой науки.

Сегодня наука более, чем когда бы то ни было, должна быть тесно связана с общественной практикой. Подлинная наука проверяется практикой и одновременно указывает ей пути дальнейшего быстрого развития в направлении к светлому будущему обществу — коммунизму, который на наших глазах, нашими руками, из мечты человечества превращается в реальность. И чем дальше продвигаемся мы по этому пути, тем большую роль будет играть наука, становящаяся достоянием широчайших народных масс.

То, что сказано о всей советской науке, полностью относится и к ее лесной отрасли. В прошлые годы, в том числе в 1959 году, работники лесной науки дали ряд ценных трудов. На основе сделанных обобщений ученые и производственники разрабатывают практические приемы, решающие проблемы технического прогресса, улучшающие производственные процессы, повышающие производительность труда и снижающие себестоимость продукции.

Во втором году семилетки перед лесной наукой стоит ряд первоочередных задач, от успешного решения которых зависит дальнейшее развитие лесного хозяйства и лесной промышленности. Важное народнохозяйственное значение имеет проблема ликвидации потерь древесины в процессах заготовки, транспорта и переработки. Сюда относятся рациональная разделка хлыстов на сортименты, борьба с утопом древесины при сплаве, выработка изделий из дровяной древесины, использование отходов в целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности, в производстве пластифицированных материалов из древесины. Во всех этих процессах большое место занимает проблема рационального использования древесины лиственных пород, в частности получаемая при прочистках и прореживаниях хвойно-лиственных молодняков.

Ученым и инженерам-конструкторам необходимо уделить особое внимание комплексной механизации и автоматизации производства во всех отраслях лесного дела. На нижних складах лесозаготовительных

предприятий неотложной задачей стала организация механизированных поточных линий для переработки деревьев с необрубленной кроной, а также полная ликвидация ручного труда на лесозаготовках. Должны быть решены задачи автоматизации деревообрабатывающих производств, в том числе автоматизация питания станков и укладки деталей. В ближайшие годы должны быть переведены на непрерывный процесс и автоматизированы производства гидролизное, дрожжевое, спиртовое, канифольное, пиролиз древесины в вертикальных ретортах и др.; в связи с этим должна быть осуществлена комплексная механизация биржевых, складских, погрузочно-разгрузочных и вспомогательных работ. Исключительно важное значение имеет разработка и внедрение новейших методов контроля технологических процессов, в том числе применение фотоэлектроники, радиоактивных изотопов и ультразвука.

Совершенствуя методы и приемы лесоэксплуатации, лесная наука должна сейчас решать и задачу восстановления леса на вырубаемых площадях хозяйственно-ценными породами. В условиях объединения предприятий лесного хозяйства и лесной промышленности ряд вопросов должен быть разработан заново, а другие требуют большей или меньшей перестройки. Сюда относятся, например, обеспечение лесокультурных работ местными семенами высокого качества, массовая механизация посевов и посадок, уходов за почвой и насаждениями, охраны и защиты лесов от пожаров и вредителей, внедрение элементов хозяйственного расчета в лесное хозяйство и т. п.

Делом чести научно-исследовательских организаций и работников лесной науки является активное участие в решении названных задач путем постановки глубоких исследований, разработки новых технологических процессов, машин и оборудования, установления их экономичности и внедрения в производство через печать, при помощи метода творческого содружества с производством, а также путем подготовки новых высококвалифицированных кадров инженеров и ученых.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТИПОВ ЛЕСА

В. К. ЗАХАРОВ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

Ю. Д. СИРОТКИН

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Белорусский лесотехнический институт)

Лесная типология находит все более широкое применение в лесохозяйственном производстве. Поэтому весьма важно не только охарактеризовать тип леса с лесобиологической стороны, но и дать народнохозяйственную оценку основного его компонента — древостоя.

Народнохозяйственное значение насаждений (особенно это касается эксплуатационных лесов) по существу определяется качественным и количественным выходом промышленных сортиментов. Следует отметить, что зависимость сортиментной структуры лесных насаждений от типов леса изучена далеко недостаточно и работы, посвященные этому вопросу, встречаются в специальной литературе лишь единично [1], [3], [5].

Изучение промышленной сортиментации насаждений по типам леса производилось нами в сосново-еловых лесах Белоруссии. Сосново-еловые насаждения представляют интерес в связи с тем, что они наименее изучены и являются смешанными древостоями, состав которых образован основными лесообразующими породами хвойных лесов Европейской части СССР. Эти древостои отличаются от чистых сосняков более высокой общей продуктивностью и повышенными техническими качествами древесины сосны. На супесях, связных песках и песках с прослойками суглинка сосново-еловые насаждения являются довольно устойчивыми и относятся к формации суборей. В естественных условиях коренные сосново-еловые насаждения чаще всего представлены двухъярусными древостоями, где первый ярус образован главным образом сосной, а второй — елью. Проф. Г. Ф. Морозов, характеризуя сосново-еловые насаждения в известной работе «Смена пород», а затем в своем классическом труде «Учение о лесе», отмечал, что в определенных условиях местопроизрастания эти насаждения, подобно ельникам и соснякам, являются вполне устойчивой лесной формацией. Этого же мнения придерживаются многие советские ученые (И. Д. Юркевич, П. С. Погребняк, В. Г. Нестеров, Д. В. Воробьев и др.).

В качестве объектов исследования нами подбирались спелые сосново-еловые насаждения (V класс возраста по сосне). Для характеристики типов леса на каждой пробной площади детально изучались древостой, подлесок, подрост, живой напочвенный покров и почвенно-грунтовые условия.

Таблица 1

Общая лесоводственная характеристика сосново-еловых насаждений

Серии типов леса	Типы леса	Состав древостоя $\frac{\text{1 яруса}}{\text{2 яруса}}$	Бонитет $\frac{\text{сосны}}{\text{ели}}$	Общий запас в $м^3/га$	Почвы
Брусничная	Суборь брусничная	$\frac{10С}{10Е}$	$\frac{II-III}{IV}$	230—250	Дерново-подзолистые, среднеподзоленные легкие супеси или связные пески, подстилаемые песками, относительно сухие
Мшистая	Суборь мшистая Сосняк елово-мшистый	$\frac{9С1Е+Б}{10Е+Б}$	$\frac{II}{III-IV}$	260—340	Дерново-подзолистые, среднеподзоленные на супесях, подстилаемых в коренных типах леса песками, а в производных суглинками, свежие
Кисличная	Суборь зеленомошно-кисличная Суборь чернично-кисличная Сосняк елово-черничный	$\frac{8С2Е+Б}{10Е\ ед.Б}$	$\frac{I—Ia}{I—II}$	550—650	Дерново-подзолистые сильно и среднеподзоленные на супесях, а производные типы леса на суглинках, подстилаемых породами разного механического состава (пески — глины), свежие
Кустарниковая	Сосняк елово-лещинный	$\frac{8С2Е+Б}{10Е\ ед.Б}$	$\frac{Ia}{I}$	600—630	Дерново-подзолистые, среднеподзолистые на суглинках, подстилаемых песком, свежие
Черничная	Суборь черничная Сосняк елово-черничный	$\frac{9С1Е+Б}{10Е+Б}$	$\frac{I—II}{II—III}$	до 400	Дерново-подзолистые, сильно и среднеподзоленные, развивающиеся на супесях или суглинках, подстилаемых породами разного механического состава. Внизу следы оглеения. Влажные
Долгомошниковая	Суборь долгомошниковая Суборь елово-долгомошниковая	$\frac{9С1Е+Ос,Б}{10Е\ ед.Ос,Б}$	$\frac{III}{IV—V}$	до 300	Дерново-подзолистые, глеевые, развивающиеся на супесях или суглинках, подстилаемые породами разного механического состава. Сырые

Примечание. При наименовании типов леса родовое название устанавливалось нами в соответствии с устойчивостью произрастания данного древостоя в естественных условиях. В связи с этим коренные типы сосново-еловых насаждений названы суборями, как это принято в лесотипологической классификации лесов БССР И. Д. Юркевича, а производные — сосняками.

Сортиментная структура сосново-еловых древостоев изучалась: а) методом пробных площадей со сплошной разработкой всех деревьев на сортименты (было заложено 12 пробных площадей, разработано на сортименты 5496 деревьев); б) методом индивидуально-подеревной сортиментации (было заложено 18 пробных площадей).

В лесотипологической классификации академика АН БССР И. Д. Юркевича, которая применялась нами при изучении сосново-еловых насаждений БССР, выделены 14 серий типов леса [6], [7]. Серии, объединяя ряд типов леса, характерных определенной общностью условий произрастания, позволяют более широко использовать лесную типологию в производственном отношении [2], [4], [6].

Чтобы показать влияние условий местопроизрастания на выход промышленных сортиментов, пробные площади по типам леса объединены нами в серии. Общая лесоводственная характеристика исследованных сосново-еловых насаждений дана в табл. 1, из которой видно, что наиболее продуктивны древостои кисличной и кустарниковой серий типов леса.

Промышленная сортиментация сосны в сосново-еловых древостоях

Установление сортиментной структуры древостоев сосны является наиболее ответственной операцией при изучении в целом промышленной сортиментации сосново-еловых насаждений, так как их лесопромышленная ценность определяется в основном качеством сосны, являющейся главным компонентом этих насаждений. Сортиментная структура сосны исследованных древостоев приводится в табл. 2, из данных которой видно, что наибольший выход специальных сортиментов можно получить в высокопродуктивных древостоях сосны кисличной и кустарниковой серий типов леса. С ухудшением условий произрастания выход спецсортиментов резко снижается.

Если общий выход пиловочных бревен (по ГОСТу 1047—51), в зависимости от условий произрастания, колеблется незначительно (исключение составляют отдельные типы кисличной и кустарниковой серий), то количество пиловочника по сортам изменяется весьма существенно (см. табл. 2). В древостоях кисличной и кустарниковой серий типов леса выход пиловочника оказался самым высоким.

В сухих сериях типов леса наблюдается наибольший выход средних и мелких сортиментов.

Промышленная сортиментация ели в сосново-еловых древостоях

Из ели, образующей, как правило, второй ярус сосново-еловых насаждений, можно заготавливать многие промышленные сортименты, причем сортиментная структура ели сильно изменяется в зависимости от условий произрастания (табл. 3).

Из группы специальных сортиментов ель в исследованных древостоях дает пиловочник-судострой, наибольший выход которого оказался в древостоях кисличной и кустарниковой сериях типов леса. В древостоях крайних типов леса (в брусничниках и долгомошниках) данный сортимент отсутствует из-за тонкомерности ели.

Наибольший выход пиловочных бревен (по ГОСТу 1047—51) отмечается в кисличниках и кустарниковых типах леса, где ель растет весьма успешно. В еловых древостоях мшистой серии выход данного сортимента незначителен, но в отдельных, производных от ельников, типах леса этой серии он доходит до 33,2%. В еловых древостоях долгомошников пиловочника сравнительно мало, а в брусничниках его вообще нет.

Таблица 2

Сортиментная структура сосны сосново-еловых насаждений по сериям типов леса (в % к общему запасу сосны)

Категории древесины и сортименты	ГОСТ	Серии типов леса					
		брусничная	долгомошниковая	мшистая	черничная	кисличная	кустарниковая
Деловая древесина		86,1—86,4	84,7—85,3	85,2—86,5	85,4—87,0	87,2—88,0	88,1—88,5
Крупная		11,8—12,7	35,0—38,1	14,9—21,8	45,0—64,0	59,1—68,3	72,6—73,8
Средняя		64,7—65,4	36,5—43,1	56,8—62,5	21,5—37,9	18,4—23,3	13,7—14,2
Мелкая		8,3—9,3	4,1—13,8	6,4—9,1	1,4—6,0	1,3—5,5	1,0—1,3
Авиакряж	1015—49	—	—	1,4—1,7	2,5—4,5	3,3—5,6	5,1—6,2
Пиловочник	1047—51	36,8—40,3	43,5—51,5	38,5—46,5	41,7—50,0	41,7—61,5	44,6—52,4
„ судостроительный	3437—46	1,4—2,1	6,6—8,6	2,3—3,8	5,0—16,8	9,4—18,7	14,0—15,8
„ 1-го сорта	1047—51	3,9—5,7	6,3—8,4	3,7—6,9	7,1—13,9	6,6—13,3	13,7—14,8
„ 2-го „	„	18,7—27,2	23,8—26,8	26,8—32,9	20,1—24,9	20,8—31,5	22,2—31,4
„ 3-го „	„	7,4—14,2	11,3—19,3	5,7—7,1	6,8—17,3	4,0—24,8	6,4—8,7
Стройбревна	468—49	27,3—31,5	16,7—21,3	23,6—27,7	11,1—21,0	11,9—14,7	7,3—8,7
Шпальник	5992—51	3,1—3,7	7,2—8,1	3,7—5,1	2,9—8,1	8,1—8,7	7,2—10,6
Рудстойка	616—50	12,8—13,6	2,6—5,1	5,5—12,5	2,4—8,2	3,1—5,6	1,9—2,6
Дрова	3243—46	2,1—2,6	2,8—3,5	1,8—2,4	1,2—3,3	0,9—2,0	0,8—0,9
Отходы		11,3—11,7	11,6—12,0	11,6—12,4	11,1—13,3	10,6—11,1	10,7—11,0
В среднем в $м^3$ *га*		198—220	188—211	205—235	221—340	332—409	404—410

Таблица 3

Сортиментная структура ели сосново-еловых насаждений по сериям типов леса (в % к общему запасу ели)

Категории древесины и сортименты	ГОСТ	Серии типов леса					
		брусничная	долгомошниковая	мшистая	черничная	кисличная	кустарниковая
Деловая древесина		76,4—79,7	80,9—85,2	70,1—81,7	73,4—84,9	85,3—87,1	85,2—87,8
Крупная		—	—	20—21,0	1,6—19,9	15,4—39,1	29,6—49,0
Средняя		12,4—16,5	26,5—40,1	34,2—42,2	55,4—67,6	39,8—55,1	32,4—50,3
Мелкая		61,7—64,8	40,8—58,7	14,5—47,5	9,6—18,9	5,8—17,7	5,3—6,4
Пиловочник	1047—51	—	10,2—15,4	2,0—33,2	8,7—45,5	36,3—46,1	41,0—50,1
„ судостроительный	3437—46	—	—	0,0—3,8	0,0—5,7	3,2—13,4	2,6—6,9
„ 1-го сорта	1047—51	—	—	0,0—2,5	0,0—6,3	7,1—13,5	11,9—14,7
„ 2-го „	„	—	6,8—7,9	0,0—28,9	2,4—35,6	18,1—23,9	15,8—28,2
„ 3-го „	„	—	2,3—8,0	1,7—3,3	2,9—20,6	7,6—12,8	7,2—13,3
Стройбревна	468—49	26,4—30,3	28,0—31,1	20,2—22,4	15,7—33,9	15,3—26,3	17,5—25,7
Шпальник	5992—51	—	0,0—1,4	0,0—3,9	0,0—2,6	1,7—8,2	2,3—5,1
Балансы	284—51	38,6—41,3	32,0—34,9	14,9—46,3	5,1—38,5	7,7—16,0	8,1—13,0
Жерди	468—49	8,9—10,0	5,8—8,4	1,3—13,2	0,0—6,7	0,0—1,9	0,1—0,6
Дрова	3243—46	7,5—10,1	1,2—4,4	4,2—15,9	2,3—14,8	2,8—4,1	1,7—3,9
Отходы		12,8—13,5	13,6—14,7	11,5—14,1	10,9—13,8	9,9—10,7	10,5—10,9
В среднем в $м^3/га$		24—29	24—59	40—115	43—104	138—257	192—201

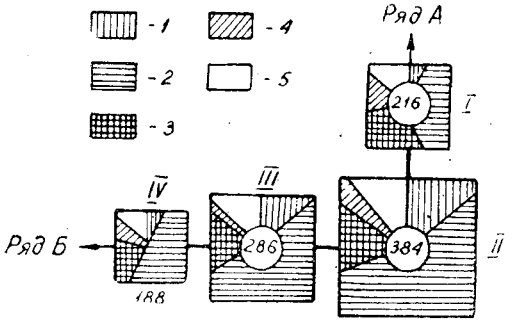


Рис. 1. Схема сортиментной структуры сосново-еловых древостоев по типам леса (по сосне). *I — Pinetum piceeto-vacciniosum; II — Pinetum piceeto-hylocomioso-oxalidosum; III — Pinetum piceeto-myrtillosum; IV — Pinetum piceeto-polytrichosum.*

Условные обозначения: *1*—спецсортименты; *2*—пиловочник и шпальник; *3*—стройбревна; *4*—рудстойка; *5*—дрова и отходы. В кружках указаны запасы сосновых ярусов на гектар.

В брусничниках вся деловая древесина ели разрабатывается на средние и мелкие сортименты.

Различие выхода общей деловой древесины ели по сериям типов (от 70,1 в отдельных типах мшистой серии до 87,8% в кустарниковой серии типов леса) объясняется неодинаковой фаутностью ели, преимущественно от корневой губки.

Для иллюстрации изменения сортиментной структуры и выхода отдельных промышленных сортиментов в зависимости от условий произрастания на рис. 1 приводится схема, построенная для наиболее устойчивых типов сосново-еловых лесов формации суборей. Табл. 4 дает цифровое разъяснение схемы.

Таблица 4

Выход сортиментов из сосны по типам леса в суборях

Типы леса	Выход промышленных сортиментов				Дрова и отходы в %	Общий запас сосны в м³
	спецсортименты	пиловочник и шпальник	стройбревна	рудстойка		
Суборь зеленомошно-кисличная	17,1	54,6	12,1	4,1	12,1	384
Суборь черничная . . .	12,0	55,5	14,6	3,3	14,6	286
Суборь долгомошниковая .	8,6	52,3	19,1	4,7	15,3	188
Суборь брусничная	2,1	43,9	27,3	12,8	13,9	216

Таким образом, можно считать установленным, что условия произрастания оказывают существенное влияние на сортиментную структуру сосново-еловых древостоев, особенно по выходу спецсортиментов и сортности бревен. Наиболее полную сортиментную структуру имеют высокопродуктивные древостои сосново-еловых ассоциаций кисличной и кустарниковой серий типов леса. Эти древостои дают наибольший выход спецсортиментов.

С постепенным увеличением сухости почв и ухудшением минерального питания, а также при постепенном увеличении застойного увлажнения не только уменьшается продуктивность и средний диаметр древостоев, но изменяется и их сортиментная структура.

В пределах одной серии типов леса эти изменения сравнительно невелики — они зависят от типа леса, характеризующегося определенной степенью устойчивости (коренные и производные типы). Исследование, например, сортиментной структуры коренных и производных типов мшистой серии показало некоторое колебание выхода отдельных промышленных сортиментов из сосны, но это колебание практически несущественно и в целом сортиментная структура в пределах серии во многом сходна.

О сортиментной структуре ели этого сказать нельзя. В коренных типах — суборях мшистых, где ель находится во втором ярусе, характеризуясь тонкомерностью (средний диаметр 13,2—17 *см*), основная часть деловой древесины приходится на среднюю (34,2—39,6%) и мелкую (33,3—47,5%) древесину. Поэтому в суборях мшистых можно заготавливать в основном средние и мелкие сортименты: стройбревна, балансы, жерди (см. табл. 3). Доля участия пиловочных бревен мала. Специальные сортименты отсутствуют.

В производном от ельника типе леса — сосняке елово-мшистом, где ель не только образует второй ярус, но и частично входит в первый ярус, отличаясь более высоким средним диаметром, можно получить значительное количество высококачественных крупномерных сортиментов (табл. 3). Доля участия мелких сортиментов значительно ниже, чем в суборях.

Оценка промышленных сортиментов, произведенная по «Прейскуранту № 19—02 оптовых цен на лесопродукцию» (табл. 5) показывает, что наиболее ценными являются высокопродуктивные древостои кисличной и кустарниковой серий типов леса. Наименьшую ценность имеют древостои субори брусничной и субори долгомошниковой, где стоимость ликвидной древесины почти в три раза ниже, чем в высокопродуктивных древостоях.

Таблица 5

Экономическая оценка сосново-еловых древостоев по типам леса (денежная оценка произведена по прейскуранту № 19-02)

Стоимость древесины	Суборь брусничная	Суборь долгомошниковая	Суборь мшистая	Суборь черничная	Суборь зелено-мошно-кисличная	Сосняк елово-лещинный
Общая в руб. на 1 *га* . .	28565	25469	31100	46928	74063	81989
В том числе по породам:						
сосна	25773	22652	26766	36180	51516	56486
ель	2792	2817	4334	10748	22547	25503
Одного кубометра (обезличенная)						
Общая в руб. . . .	135,17	136,93	135,21	140,50	146,65	150,71
В % к субори зелено-мошно-кисличной . . .	92,2	93,4	92,2	95,8	100,0	102,3
По породам в руб.						
сосна	135,22	136,87	136,98	142,55	150,06	154,88
ель	134,87	137,41	125,29	133,51	139,00	141,91
В % к субори зелено-мошно-кисличной						
сосна	90,1	91,2	91,2	95,0	100	103,2
ель	97,0	98,9	90,1	96,1	100	102,1

Нетрудно заметить, что при значительном колебании общей стоимости ликвидной древесины (по сортиментам) по типам леса, колебание стоимости обезличенного кубометра невелико. Это можно объяснить лишь тем, что выход ликвидной древесины по типам леса в процентном выражении изменяется незначительно, а цены на промышленные сортименты, за исключением спецсортиментов, в свою очередь, отличаются мало; рудстойка, балансы, жерди стоят дороже, чем пиловочные бревна второго и третьего сортов, стройбревна и шпальник.

Результаты наших исследований показывают, что изучив лесные формации, в частности, сосново-еловые леса, с детализированной характеристикой основного компонента леса — древостоя по его промышленно-сортиментной структуре, возможно более глубоко понять и всесторонне оценить влияние определенных условий произрастания на лесные насаждения, дать объективную оценку народнохозяйственного значения отдельных типов леса.

В этой связи мы считаем, что неотъемлемой частью лесотипологических исследований должно быть изучение промышленной сортиментации, определяющей производственное значение и качественную характеристику древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. С. Архипов. Заболачивание и типы лесов Котласского леспромхоза. 1932. [2]. Б. Д. Жилкин. Опыт изучения типов леса БССР. 1957. [3]. К. Б. Лосицкий. Выход сортиментов в сосновых насаждениях по типам леса. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1953. [4]. С. Я. Соколов. Лесохозяйственное значение типов леса Таежной зоны. Труды совещания по лесной типологии, 1951. [5]. А. П. Чаркина. Выход сортиментов в ельниках Московской области по типам леса. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1953. [6]. И. Д. Юркевич. Типы лесов Белорусской ССР. 1948. [7]. И. Д. Юркевич. Объединение типов леса БССР в серии. Записки БЛТИ, вып. V, 1941.

Поступила в редакцию
11 февраля 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ УРАЛА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

В. П. ФИРСОВА

Кандидат биологических наук

(Институт биологии Уральского филиала АН СССР)

Развитие лесного хозяйства таежной зоны СССР выдвигает много разнообразных вопросов, для решения которых необходимо знать различные стороны влияния огня на лесные почвы не в общей форме, а конкретно и точно по каждой почвенной разности с учетом местных лесорастительных условий.

Такие конкретные знания совершенно необходимы, например, для решения актуального вопроса о дифференциации способов очистки мест рубок (в частности огневого способа) в зависимости от лесорастительных условий как средства содействия естественному возобновлению и подготовки почв вырубок под лесные культуры и для различных видов лесных мелиораций.

Изучение действия лесных пожаров имеет большое значение и в связи с их важной ролью в формировании таежных лесов.

В работах А. А. Корчагина [3], И. С. Мелехова [4], [5], М. Е. Ткаченко [11] и многих других лесные пожары рассматриваются как лесообразующий фактор. Вполне вероятно, что их следует рассматривать одновременно и как своеобразный почвообразующий фактор, о чем также имеются косвенные высказывания в литературе.

Исследования непосредственного влияния огня на почвы в СССР относятся преимущественно к 30-м годам и связаны с именами Н. Н. Степанова, М. Е. Ткаченко, их учеников и последователей [1], [2], [7], [8], [9], [10], [11], [13] и др.

Ряд исследований в недавнее время проведен для оценки влияния подсёки на почвы при их сельскохозяйственном использовании в таежной зоне [6], [12].

Данные о влиянии лесных пожаров на почвы имеются и в зарубежной литературе. Значительное число таких исследований, например в США, также относится к 30-м годам ([14], [19] и др.). Позднее интерес к ним ослаб, но в последние годы вновь усилился, причем в направлении проведения опытного полевого [15] и лабораторного [17] обжига почв, постановки стационарных наблюдений за динамикой почвенных процессов на почвах гарей [16] и применения метода вегетационных сосудов для оценки продуктивности почв гарей [18]. Между прочим, на необходимость и перспективность таких исследований указывал Н. Н. Степа-

нов еще в 1925 г., но аналогичных работ в Советском Союзе пока не проводилось.

В 1957 г. почвенная группа лаборатории лесоведения Института биологии УФАН СССР приступила к изучению влияния лесных пожаров на физико-химические свойства почв, а в 1958 г. — на биохимические и микробиологические процессы, протекающие в лесных почвах Среднего Урала. В настоящей статье излагаются предварительные данные некоторой части этих исследований.

На первом этапе было проведено обследование разновозрастных огнищ после огневой очистки сплошных вырубок в среднетаежных ельниках на горно-лесных кислых неоподзоленных почвах восточного склона Среднего Урала (Кушвинский район Свердловской области) и на дерново-подзолистых почвах (Висимский район).

Из имеющегося в нашем распоряжении материала приведем наиболее полные данные по кислым неоподзоленным почвам, развитым на делювиальных глинах (Кушвинский район).

Особенностью их является слабая дифференциация почвенного профиля и высокая кислотность. Эти почвы характерны для свежего ельника мохово-папоротникового; состав древостоя до рубки — 8С2П ед. Лп, Б; бонитет III.

Травяной покров на вырубках представлен зарослями малины, иван-чая, вейника лесного; возобновление древесных пород неравномерно, преобладает береза. Огнища либо свободны от растительности, либо поверхность их зарастает мохом *Funaria gygrometrica*; на старых огнищах появляются те же травы, что и на негоревших участках вырубок.

Вдоль пологого склона (около 3°) северной экспозиции с 1953 г. по 1956 г. производились сплошные рубки узкими лесосеками, во время которых (соответственно срокам рубки) сжигались в кучах порубочные остатки. Для изучения были взяты в аналогичных условиях образцы почв из-под огнищ одно- и четырехлетней давности. Во всех случаях образцы брались в четырехкратной повторности. Почвы огнищ сравнивались с почвами под пологом леса и на необожженных участках вырубок.

Морфологические различия между лесной почвой и почвами вырубок и огнищ наблюдаются лишь в самых верхних горизонтах. Они выражаются в уменьшении мощности подстилки, некотором увеличении мощности гумусового горизонта, усилении неровности его нижней границы. Из аналитических данных (табл. 1) видно, что в верхних горизонтах почв вырубок и особенно огнищ значительно уменьшается кислотность, тогда как нижние горизонты имеют реакцию, близкую соответствующему горизонту лесной почвы.

Обращает внимание также почти полное совпадение величин солевого и водного pH в верхнем горизонте почв огнищ, что свидетельствует об уменьшении их буферной способности. Чем интенсивнее прогорание подстилки на огнищах, тем выше pH и тем меньше разнятся pH водное и pH солевое в верхних горизонтах почвы. Сказанное подтверждается нашими визуальными наблюдениями за изменением мощности подстилки после сжигания, а также данными анализа верхнего горизонта почвы огнища на вырубке трехлетней давности, где проводилась очистка лесосеки зимой, по снегу. Поскольку в этих условиях интенсивность прогорания не могла быть большой (мощность сохранившейся подстилки равнялась 5 *см*), кислотность верхнего горизонта огнища и величина разности pH оказалась наибольшей по сравнению с другими огнищами.

Исходя из данных о кислотности верхних горизонтов исследованных почв, мы считаем возможным для количественной оценки интенсив-

Таблица 1

Данные анализа лесных почв, почв вырубок и огнищ ельника мохово-папоротникового (Кушвинский район)

Место взятия образца	Глубина взятия образца в *см*	Генетический горизонт	pH			Гумус по Тюрину	P_2O_5 в *мг* на 100 *г* почвы	K_2O в *мг* на 100 *г* почвы
			водный	солевой	разность			
Огнище четырехлетней давности	0—2	A_0A_1	6,69	6,48	0,21	4,86	2,5	15,2
	5—10	A_0	4,65	3,59	1,06			
	18—24	A_2B	5,17	3,78	1,39			
	30—35	B	4,86	3,69	1,17			
	45—50	B	5,76	4,27	1,49			
Вырубка четырехлетней давности	0—3	A_0A_1	5,77	4,28	1,49	4,17	1,25	15,2
	5—10	A_1	4,43	3,05	1,38			
	15—20	A_2B	4,89	3,64	1,25			
	30—35	B	5,21	3,78	1,43			
	40—45	B	5,11	3,94	1,17			
Огнище трехлетней давности	0—5	A_0A_1	5,51	4,84	0,67	7,44	1,25	20,0
	5—10	A_1	4,32	3,26	1,06			
	15—20	A_2B	4,63	3,40	1,23			
	30—40	B	4,89	3,60	1,29			
Вырубка трехлетней давности	0—5	A_0A_1	5,55	4,61	0,94	5,92	1,25	20,0
	5—10	A_1	4,58	3,42	1,16			
	15—20	A_2B	5,18	3,90	1,28			
	30—40	B	5,31	3,92	1,39			
Огнище двухлетней давности	0—4	A_0A_1	7,42	7,14	0,28	6,66	5,00	18,3
	4—8	A_1	4,41	3,62	0,79			
	10—20	A_2B	4,81	3,71	1,10			
	30—40	B	5,10	3,81	1,29			
Вырубка двухлетней давности	0—6	A_0A_1	5,40	4,33	1,07	5,90	1,25	14,6
	6—10	A_1	4,50	3,45	1,05			
	10—20	A_2B	4,65	3,53	1,12			
	30—40	B	5,14	3,69	1,45			
Огнище однолетней давности	0—2	A_0A_1	7,04	6,83	0,21	5,09	8,75	20,0
	5—10	A_1	4,63	3,36	1,25			
	15—20	A_2B	5,05	3,83	1,22			
	30—40	B	5,15	3,71	1,44			
	55—60	B	5,41	3,79	1,53			
Вырубка однолетняя	0—4	A_0A_1	5,82	4,80	1,02	4,16	5,00	15,2
	5—10	A_1	4,70	3,57	1,13			
	20—30	B	5,22	3,90	1,32			
Нерубленный лес	0—7	A_0A_1	5,30	4,20	1,10	5,62	1,25	19,1
	7—10	A_1	4,73	3,57	1,15			
	20—25	B	4,98	3,90	1,08	1,03		
	35—40	B	5,11	3,94	1,17	0,59		
	50—55	B	5,22	3,75	1,47			

ности прогорания подстилки использовать величину разности между pH водным и pH солевым. Эта величина будет меняться в зависимости от лесорастительных условий и свойств почв. Поэтому установление

такого показателя по данным кислотности потребует дальнейшего исследования.

На огнище горизонт A_1 содержит больше подвижного фосфора по сравнению с аналогичными почвами вырубок. В гумусовом горизонте почв вырубок по сравнению с лесными количество фосфора увеличивается лишь в первый год после рубки, в дальнейшем разница сглаживается.

Более высокое содержание фосфора в почве однолетней вырубки, по сравнению с почвой из-под полога леса, следует связывать с увеличением интенсивности разложения подстилки. Уменьшение количества фосфора на более старых вырубках, вероятно, обязано расходованию его растительностью. Содержание фосфора понижается также с увеличением давности огнищ, приближаясь к показателям почв вырубок и нерубленного леса.

Закономерности в изменении содержания K_2O в почвах огнищ не выявлено. Отмечено лишь, что на огнищах одно-двухлетней давности, по сравнению с соответствующими вырубками, количество его несколько увеличивается, но остается почти равным содержанию K_2O в лесной почве.

Данные определения гумуса по Тюрину показывают, что его содержание в горизонте A_1 почв вырубок одно- и четырехлетней давности, по сравнению с лесными, ниже, а на вырубках двух- и трехлетней давности — выше. По-видимому, это связано с изменением энергии разложения подстилки. На почвах огнищ по сравнению с аналогичными почвами вырубок наблюдается закономерное увеличение гумуса в горизонте A_1.

Можно высказать предположение, что увеличение идет за счет водорастворимых форм гумуса, поступающих в горизонт A_1 при сжигании влажной подстилки. Основание к этому мы видим в том, что повышение содержания его наблюдалось нами на огнищах в свежих и влажных типах леса и на почвах тяжелого механического состава, в частности, на дерново-подзолистых почвах более влажного травяно-зеленомошникового ельника из Висимского района. Еще более отчетливо указанная закономерность проявилась на дерново-подзолистых почвах из-под свежих и влажных южнотаежных сосняков Зауралья (Зайковский район Свердловской области). В этом же районе для более полного учета влияния условий сжигания порубочных остатков на физико-химические свойства почвы, помимо изучения почв производственных огнищ (то есть мест, где сжигались остатки во время рубки леса), было проведено опытное сжигание порубочных остатков в мае 1957 г. на вырубке зимнего сезона 1956 г. из-под сосняка травяно-зеленомошникового на повышении и сосняка ягодниково-мохового в понижении рельефа. Почвы дерново-сильноподзолистые, пылевато-тяжелосуглинистые. В почве сосняка ягодниково-мохового наблюдаются слабое оглеение нижних горизонтов и более сильное оподзоливание.

Наблюдение за температурой почвы под кучей сожженных порубочных остатков объемом 2,5—2,8 *скл. м*^{3} показали, что температура поверхности почвы через час после сжигания кучи составляла 250° С; на глубине до 5 *см* — 150—100°. Ниже по профилю разница между температурой соответствующих горизонтов огнищ и участков вне их составляла 2—3° С, а на глубине 30 *см* сравнивалась. Следует при этом указать, что пока огнище не зарастет, температурный режим будет различаться, в частности, температура почвы на глубине 2—4 *см* на огнищах в летние месяцы в полдень в наших условиях выше в среднем на 4° С по сравнению с вырубками.

Таблица 2

Данные анализа лесных почв, почв вырубок и огнищ сосняка травяно-зеленомошникового и ягодниково-мохового

№ пробных площадей, местоположение, год	Глубина взятия образца в *см*	pH		Разность pH	Гумус по Тюрину	Поглощенные основания в *м-экв* $Ca'' + Mg''$	P_2O_5 по Кирсанову в *мг* на 100 *г* почвы	K_2O по Пейве в *мг* на 100 *г* почвы	Влага в % от абс. сух. навески	Фактор дисперсности	Фактор структурности
		водный	солевой								
Сосняк травяно-зеленомошниковый											
10 Вырубка 1956	0—7	6,37	5,43	0,94	10,7	30,2	5,0	42,0	51,7		
	7—15	5,98	4,94	1,04	2,44	8,6	1,25	16,7	44,1	17,68	82,32
	15—20	5,87	4,85	1,02	1,47	8,7	след.	13,3	21,8		
11 Огнище однолетней давности	0—7	7,71	7,42	0,28	5,26	32,9	25,0	38,00			
	7—15	7,66	6,74	0,92	1,36	8,12	3,75	19,00		26,06	73,94
	15—20	6,26	4,64	1,62	1,23	—	—	—			
14 Огнище опытного сжигания	0—3	6,93	6,48	0,45	4,80	27,3	6,25	16,0	26,0		
	3—10	6,80	5,50	1,30	1,19	8,6	след.	16,0	32,1		
	10—15	5,26	3,81	1,45	1,01	—	—	—	21,2		
Сосняк ягодниково-моховой											
12 Вырубка 1956	0—7	6,55	5,88	0,67	13,93	37,8	7,5	38,0	139,9		
	7—15	7,00	5,63	1,37	1,03	6,5	след.	15,8	22,5	18,47	80,93
					—	—	—	—	29,3	—	—
17 Огнище однолетней давности	0—7	7,28	6,83	0,45	0,90	39,6	3,75	68,0			
	7—15	6,36	5,06	1,30	1,26	6,1	1,25	34,0		24,28	75,72
	15—20	6,28	4,80	1,48	0,48	—	—	—			
16 Огнище опытного сжигания	0—7	6,98	6,46	0,52	11,3	34,9	6,25	64,0	58,0		
	7—10	6,52	5,68	0,84	1,85	6,2	1,25	16,0	41,3	19,66	80,34
	10—15	6,61	5,76	0,35	1,90	—	—	—	—		

Значительно изменяется и водный режим описанных почв. В результате нагревания поверхности почвы происходит уменьшение количества влаги в самом верхнем горизонте (табл. 2). В нижележащем минеральном слое по сравнению с исходным наблюдается увеличение влажности, причем это увеличение тем больше, чем большее количество влаги содержится в верхнем горизонте.

Рассматривая другие аналитические данные, укажем, что здесь так же как и в почвах Кушвинского района наблюдается понижение кислотности на огнищах по сравнению с почвами вне их, и разность между pH водным и солевым уменьшается по мере увеличения интенсивности прогорания. Влияние высокой температуры на содержание гумуса проявилось по-разному на почвах различных месторождений. В понижении рельефа (сосняк ягодниково-моховой) наблюдалось увеличение гумуса в горизонте A_1 почв огнищ (пробные площади 16, 17) по сравнению с исходным (пробная площадь 12), тогда как на повышении рельефа его содержание несколько уменьшилось (сравни пробные площади 10, 11, 14). Такая корреляция количества гумуса и влажности до некоторой степени подтверждает высказанную ранее мысль о возможном увеличении гумуса на огнищах за счет его водорастворимых форм.

По сравнению с почвами вырубок в горизонте A_0—A_1 производственных огнищ (однолетней давности) увеличивалось содержание подвижных форм фосфора, калия и количество поглощенных оснований ($Ca'' + Mg''$ по Гедройцу).

На наших опытных огнищах, где образцы брались на следующий день после сжигания порубочных остатков, наблюдалось уменьшение питательных элементов.

Наряду с большей интенсивностью прогорания производственных огнищ и связанным с ней увеличением подвижности минеральных веществ, это зависит, вероятно, и от повышения интенсивности микробиологических процессов.

Была сделана попытка оценить действие огня на физические свойства этих почв. На основании данных микроагрегатного и механического анализов были рассчитаны фактор дисперсности и фактор структурности.

Табл. 2 показывает, что фактор дисперсности увеличивается на огнищах по сравнению с участками вне их, причем на огнищах однолетней давности величина его выше, чем на огнищах опытного сжигания. Для объяснения этого явления аналитических данных еще недостаточно.

Кроме описанных, были обследованы дерново-подзолистые песчаные почвы Тугулымского района Свердловской области, пройденные палом и находящиеся под лесом.

Названные почвы характеризуют лесорастительные условия соснякa ягодниково-травяного. Состав леса — 9С1Б, возраст 50—60 лет, бонитет II—III, полнота 0,7. Были исследованы участки, не горевшие около 9 лет и пройденные палом в июне 1956 г., то есть за год до обследования. Из аналитических данных, приведенных в табл. 3, видно, что в почвах под пологом леса при палах (гарь однолетней давности) наблюдается уменьшение кислотности и увеличение количества подвижного фосфора в верхнем слое почвы (0—2 *см*).

На гари девятилетней давности минимум кислотности приурочен к нижележащему горизонту; данные содержания подвижных форм фосфора и железа указывают на более отчетливое выражение иллювиального горизонта.

Таблица 3

Данные анализа почв Тугулымского района

№ пробных площадей, давность гари	Глубина взятого образца в *см*	pH		Гумус по Тюрину	P_2O_5 в *мг* на 100 *г* почвы	Fe_2O_3 по Кирсанову в *мг* на на 100 *г*	Фракция $<0{,}001$ *мм*	Фракция $<0{,}01$ *мм*
		водной	солевой					
20	0—2	5,97	5,22	—	10,00	—	—	—
	2—8	6,51	5,31	3,48	3,75	15	9,98	14,79
9 лет	10—15	6,35	4,43	0,38	8,75	50	4,94	6,38
	20—25	6,51	4,69	0,26	—	80	3,97	6,65
	30—35	6,53	4,81	0,17	—	30	4,16	5,56
	40—45	6,70	4,87	—	—	20	4,08	5,32
21	0 - 2	6,31	5,76	—	25,0	—	Не определялось	
	2—7	5,91	4,31	2,27	3,75	30	„	
1 год	10—15	6,12	4,59	0,28	5,0	40	„	
	20—25	6,65	4,80	0,02	Не опред.	25	„	
	30—35	6,85	4,90	—	—	20	„	

Таким образом, все эти данные говорят о существенных изменениях, происходящих в почвах под влиянием пожаров в лесах и в местах сжигания порубочных остатков на вырубках. Эти изменения не могут не отразиться и на ходе естественного возобновления леса.

Наряду с тем общим, что свойственно почвам огнищ и гарей, наблюдаются и отличия, которые сводятся к различному количественному накоплению питательных элементов и распределению их по профилю почв. Сказанное зависит от общих физико-географических условий и свойств почв. Поэтому к оценке влияния лесных пожаров и огневых очисток на почвы, а, следовательно, и на возобновление территорий, нужно подходить с географической точки зрения.

Судя по результатам исследований, мы считаем, что менее благоприятным оказывается действие огня на почвах Кушвинского района. Вследствие тяжелого механического состава и уклонов местности питательные вещества не проникают вглубь почвы и сносятся вниз по склону. В этих условиях огневые очистки и палы неэффективны. В тех случаях, когда огонь будет использоваться в мелиоративных целях, проведение работ нужно приурочить к срокам, близким ко времени применения огня. Наоборот, на почвах Зайковского района более благоприятные условия складываются не в первый, а во второй год после обжига. Эти примеры показывают, что правильная оценка явлений, происходящих в почвах под влиянием огня, имеет большое практическое значение для лесного хозяйства.

Вместе с тем этот вопрос имеет и теоретическое значение. Периодически повторяющиеся лесные пожары не могли не сыграть соответствующую роль в процессе исторического формирования и преобразования лесных почв. На такую мысль наводят имеющиеся в литературе указания на значение огня как лесообразующего фактора в таежных лесах, а также литературные и наши предварительные данные исследования почв гарей.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. В. Гулисашвили. Опыты по изучению влияния огня на возобновление леса. Сб. «Исследования по лесоводству», Сельхозгиз, М.-Л., 1931. [2]. Н. А. Казанский. Опыты по изучению влияния огня на возобновление сосны. Сб. «Исследования по лесоводству», Сельхозгиз, 1931. [3]. А. А. Корчагин. Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление после пожара на Европейском Севере.

«Труды Ботанического института АН СССР». Геоботаника, вып. 9, 1954. [4]. И. С. Мелехов. О теоретических основах лесной пирологии. Архангельск, 1944. [5]. И. С. Мелехов. Влияние пожаров на лес. 1948. [6]. М. А. Павловский. Освоение земель нечерноземной полосы. Сельхозгиз, М., 1953. [7]. Н. Н. Степанов. Физико-химические особенности лесных гарей. «Труды по лесному опытному делу», вып. II (66), 1925. [8]. Н. Н. Сушкина. К микробиологии лесных почв в связи с действием на них огня. Сб. «Исследования по лесоводству», Сельхозгиз, М.-Л., 1931. [9]. Н. Н. Сушкина. Нитрификация в лесных почвах в зависимости от состава насаждения, рубки и огневой очистки лесосек. Известия АН СССР, № 1, 1933. [10]. М. Е. Ткаченко. Предисловие к сборнику «Исследования по лесоводству». Сельхозгиз, 1931. [11]. М. Е. Ткаченко. Очистка лесосек. Сельхозгиз. 1931. [12]. А. Г. Трутнев и В. Н. Былинкина. Влияние обжига на изменение свойств почвы. «Почвоведение» № 4, 1951. [13]. А. Н. Шихов и А. Д. Попков. Влияние сжигания на лесосеках остатков от заготовок леса на химизм лесных почв. «Труды и исследования по лесному хозяйству и лесной промышленности», вып. XX, Л., 1931. [14]. F. J. Alway и C. O. Rost. Effect of forest fires upon the composition and productivity of the soil. First Intern. Cong. Soil Sci. Proc. and Papers — 3; 1927. [15]. R. S. Austin и D. M. Baisinger. Some effects of burning on forest soils of Western Oregon and Washington. Journal of forestry, 53, No. 4, 1955. [16]. P. J. Burns. Effect of fire on forest soils in the Pine Barren region of New Jersey. Bull. Vale Sch. For. 57, 1952. [17]. T. H. Scott, и R. H. Burgy. Effect of heat and brush burning on the properties of certain upland soils than influence infiltration. Soil Science, 68, N—Y. 1956. [8]. J. Vlamis. H. H. Biswell, и A. M. Schultz. Effect of prescribed burning on soil fertility in second growth Ponderosa Pine. Journal of Forestry, 53, No. 12, 1956 [19]. F. P. Worley. Forest fires in relation to soil fertility. Nature, 131, 1933.

Поступила в редакцию
26 июня 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

О СТРОЕНИИ ЕЛЬНИКОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Сообщение 1

И. И. ГУСЕВ

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

Строение древостоев разных древесных пород в различных районах Советского Союза изучали многие видные исследователи: А. В. Тюрин, А. И. Тарашкевич, Н. В. Третьяков, О. Г. Каппер, И. А. Кищенко, В. И. Левин, М. В. Давидов, И. М. Науменко и др. Вопрос же строения ельников Архангельской области является малоизученным, особенно в связи с лесорастительными условиями, хотя на необходимость такого изучения неоднократно указывалось [2], [3], [4].

Данная статья освещает некоторые стороны вопроса о строении ельников.

Материалом для изучения послужили пробные площади, заложенные при лесоустройстве и частично автором.

Исходный материал (255 пробных площадей) подвергался тщательному анализу, в результате которого было отобрано 88 проб, представляющих одновозрастные спелые и перестойные еловые древостои составом от 10Е до 5Е5 других пород. При выборе пробных площадей руководствовались возрастом срубленных моделей и нормальным распределением деревьев по толщине, характерным для одновозрастных древостоев. Из принятых 88 пробных площадей около 30 заложено автором.

Строение древостоев по диаметру

При анализе строения еловых древостоев по диаметру применялся метод распределения числа деревьев по естественным ступеням толщины. Пробные площади со средним диаметром в 14,0—18,0 *см* составили группу тонкомерных древостоев, 18,1—24,0 *см* — среднемерных и 24,1—32,0 *см* — толстомерных древостоев. В пределах этих категорий пробные площади группировались по типам леса. Отдельно по типам леса выводились средние ряды, для которых в наиболее населенных ступенях толщины (0,6—1,4) были вычислены коэффициенты вариации v и средние ошибки m (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что средние ряды распределения числа деревьев по естественным ступеням толщины в спелых и перестойных еловых

Таблица 1

Тип леса / Количество проб	Возраст древостоя: от/до	Возраст древостоя: средний	Средний диаметр древостоя в *см*: от/до	Средний диаметр древостоя в *см*: средний	Статистические показатели	Естественные ступени толщины: 0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8/2,0	1,9/2,1	Число деревьев в % тоньше среднего дерева: от/до	Число деревьев в % тоньше среднего дерева: средние
1. Тонкомерные древостои																							
Ельник-черничник / 10	110/170	138	13,6/18,0	16,5	*M*	1,3	5,4	8,4	10,5	12,2	13,2	12,2	10,5	8,3	6,2	4,6	3,3	2,1	1,1	0,5	0,2	54,3/60,5	57,1
					v			13,9	8,2	8,4	15,2	12,7	14,4	10,0	9,5	19,4							
					m			0,37	0,27	0,32	0,63	0,52	0,48	0,26	0,19	0,28							
Ельник-долгомошник / 6	150/253	182	13,8/17,7	16,3	*M*	1,2	4,9	8,3	10,3	11,8	12,3	12,0	10,6	8,6	6,6	4,9	3,5	2,1	1,3	0,9/0,2	0,4/0,1	51,3/58,6	54,8
					v			23,7	8,7	5,0	6,3	12,2	10,8	12,8	9,6	11,9							
					m			0,80	0,26	0,24	0,31	0,62	0,47	0,46	0,26	0,24							
2. Среднемерные древостои																							
Ельник-кисличник / 9	101/219	135	19,6/22,6	20,9	*M*	0,8	4,0	8,1	11,0	13,2	13,4	13,0	11,1	9,1	6,6	4,2	2,8	1,6	0,8	0,3		55,0/60,4	57,0
					v			13,9	12,8	15,1	9,6	14,2	11,0	20,6	10,0	23,0							
					m			0,38	0,47	0,67	0,43	0,62	0,41	0,62	0,22	0,33							
Ельник-черничник / 42	101/230	144	18,1/23,9	20,6	*M*	1,0	3,5	8,4	10,9	12,8	13,5	12,9	11,4	9,0	6,7	4,6	2,6	1,5	0,8	0,3	0,1	51,9/60,6	56,3
					v			19,3	13,7	10,6	12,3	13,2	14,1	10,1	15,7	18,5							
					m			0,25	0,23	0,21	0,26	0,26	0,25	0,14	0,16	0,13							
Ельник-долгомошник / 4	130/198	161	19,1/20,7	19,9	*M*	2,5	4,9	8,9	10,9	12,4	12,0	11,3	10,8	8,8	7,0	5,0	3,1	1,8	0,9	0,4	0,1	56,2/58,6	57,3
					v			3,9	8,1	14,0	11,5	7,8	9,0	8,2	8,3	11,8							
					m			0,17	0,44	0,87	0,69	0,44	0,45	0,36	0,29	0,30							
3. Толстомерные древостои																							
Ельник-кисличник / 11	131/207	179	24,3/32,2	26,6	*M*	0,6	4,4	7,5	10,2	12,3	13,8	14,0	12,2	10,1	7,3	4,1	2,0	0,9	0,5	0,1		51,2/59,0	55,8
					v			17,4	13,0	12,9	5,7	11,5	10,4	7,7	15,5	17,3							
					m			0,39	0,40	0,48	0,24	0,48	0,38	0,23	0,34	0,21							
Ельник-черничник / 6	110/220	154	24,7/32,2	26,9	*M*	0,7	3,9	6,4	9,6	12,8	14,4	14,0	13,0	10,8	7,4	3,9	2,0	0,8	0,3			50,1/57,1	54,8
					v			18,6	14,8	19,6	16,7	9,5	18,0	13,6	4,5	24,4							
					m			0,49	0,60	1,02	0,98	0,54	0,96	0,60	0,13	0,39							

древостоях, имеющие разные возрасты и разные типы леса, но примерно равные средние диаметры, имеют общий характер распределения числа деревьев по толщине (показатели существенности * для тонкомерных, среднемерных и толстомерных древостоев значительно меньше трех). Однако это не значит, что распределение числа деревьев по толщине вообще не связано с типом леса и возрастом. Связь эта осуществляется через средний диаметр древостоя, так как в более производительных типах леса за одно и то же время он достигнет больших размеров, чем в менее производительных типах, а, следовательно, и характер распределения числа деревьев по толщине будет в этом случае несколько отличаться.

Вышесказанное позволило нам для практических целей составить три ряда распределения числа деревьев в зависимости от среднего диаметра для тонкомерных, среднемерных и толстомерных еловых древостоев (табл. 2).

Таблица 2

Естественные ступени толщины	Число деревьев в %		
	тонкомерных (на 16 пробных площадях)	среднемерных (на 55 пробных площадях)	толстомерных (на 17 пробных площадях)
0,4	1,2	1,1	0,6
0,5	5,2	3,6	4,2
0,6	8,4	8,4	7,1
0,7	10,5	10,9	9,9
0,8	12,0	12,9	12,5
0,9	12,9	13,4	14,1
1,0	12,1	12,8	14,0
1,1	10.5	11,2	12,5
1,2	8,4	9,0	10,4
1,3	6,3	6,7	7,3
1,4	4,7	4,6	4,0
1,5	3,4	2,7	2,0
1,6	2,1	1,5	0,9
1,7	1,2	0,8	0,4
1,8	0,6	0,3	0,1
1,9	0,3	0,1	
2,0	0,1		

Коэффициенты вариации числа деревьев в наиболее населенных ступенях толщины (0,6—1,4) для всех рассматриваемых групп древостоев не превышают 20%. В крайних же ступенях толщины они значительно больше.

Место среднего дерева в толстомерных древостоях ($55{,}4 \pm 0{,}65\%$) статистически не отличается от его места в среднемерных ($56{,}7 \pm 0{,}24\%$) и тонкомерных древостоях ($56{,}5 \pm 0{,}56\%$).

Пользуясь составленными рядами распределения числа деревьев по естественным ступеням толщины в тонкомерных, среднемерных и толстомерных еловых древостоях Архангельской области, для приближенных расчетов мы составили общую таблицу (см. табл. 3), в которой приводится вероятное распределение (в %) числа деревьев (в числителе) и сумм площадей сечения (в знаменателе) по ступеням толщины

---

* Показатели существенности определялись по формуле $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \leqslant 3$, где M_1 и M_2 — средние арифметические, m_1 и m_2 — их средние ошибки.

Таблица 3

Средний диаметр в *см*	Ступени толщины в *см*													Итого
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	
14	20,4 / 6,3	35,2 / 24,3	27,6 / 33,8	12,7 / 24,3	4,1 / 11,3									100 / 100
16	10,8 / 2,6	29,1 / 15,8	30,8 / 29,7	19,8 / 29,9	7,7 / 16,7	1,8 / 5,3								100 / 100
18	5,1 / 1,5	21,4 / 9,0	28,6 / 21,4	24,1 / 28,2	14,2 / 23,9	5,3 / 12,1	1,3 / 3,9							100 / 100
20	2,6 / 0,4	15,7 / 5,4	24,8 / 15,4	24,9 / 24,1	17,9 / 24,9	9,7 / 18,4	3,5 / 8,6	0,9 / —						100 / 100
22	0,8 / 0,1	10,8 / 3,1	20,0 / 10,2	24,0 / 19,1	20,6 / 23,6	13,8 / 21,1	6,8 / 13,9	2,7 / 7,0	0,5 / 1,5					100 / 100
24	0,2 / —	6,6 / 1,6	16,4 / 7,0	21,6 / 14,4	21,0 / 20,2	16,6 / 21,8	10,4 / 17,8	4,7 / 10,2	2,0 / 5,9	0,5 / 1,5				100 / 100
26		4,6 / 1,0	11,0 / 4,1	17,7 / 9,9	21,4 / 15,7	18,6 / 21,2	14,3 / 21,4	7,2 / 13,7	3,8 / 8,9	1,1 / 3,1	0,3 / 1,0			100 / 100
28		2,4 / 0,4	8,4 / 2,6	14,0 / 6,8	18,0 / 12,5	19,8 / 18,4	16,8 / 20,7	10,4 / 16,3	5,4 / 10,4	3,4 / 8,0	1,2 / 3,3	0,2 / 0,6		100 / 100
30		1,5 / 0,2	6,6 / 1,8	11,7 / 4,9	16,0 / 9,7	18,0 / 14,9	16,4 / 17,7	13,4 / 18,4	8,2 / 13,8	4,5 / 9,1	2,6 / 6,3	0,8 / 2,3	0,3 / 0,9	100 / 100
32		1,4 / 0.2	4,1 / 1,0	9,7 / 3,7	14,1 / 7,7	16,0 / 11,8	18,4 / 17,8	14,6 / 18,0	10,4 / 15,8	5,2 / 9,5	3,4 / 7,4	2,1 / 5,4	0,6 / 1,7	100 / 100

в зависимости от среднего диаметра древостоя в однородных ельниках Архангельской области.

Зная общий запас насаждения, можно вычислить запас каждой ступени толщины «вследствие наблюдающейся пропорциональности между запасами и площадями сечений частей одного и того же насаждения» [6].

Таблицы, дающие распределение числа деревьев, сумм площадей сечений и запасов по ступеням толщины, имеют в таксации большое практическое значение, так как на основании их и данных глазомерной таксации можно приближенно распределить число деревьев и запас по ступеням толщины, не делая перечета.

Более точные результаты табл. 3 даст для центральных ступеней толщины и с меньшей точностью число деревьев определится в крайних ступенях, так как варьирование числа деревьев увеличивается от центральных к крайним ступеням толщины.

Проф. А. В. Тюрин считает возможным, в целях упрощения задачи для наиболее часто встречающихся в практике случаев, строение древостоев по диаметру выразить одним общим рядом, найденным как средневзвешенное из тонкомерных, среднемерных и толстомерных древостоев [6].

Такой средневзвешенный ряд для ельников Архангельской области с основными статистическими показателями представлен в табл. 4.

Для еловых древостоев Архангельской области место среднего дерева определяется следующими статистическими показателями: коли-

Таблица 4

Естественные ступени толщины	Число деревьев в % на 88 пробных площадях	Основные статистические показатели		
		основное отклонение	коэффициент вариации	средняя ошибка
0,4	1,0			
0,5	4,1			
0,6	8,2	±1,60	19,6	±0,17
0,7	10,6			
0,8	12,6	±1,53	12,1	±0,16
0,9	13,4			
1,0	12,9	±1,78	13,8	±0,19
1,1	11,4			
1,2	9,2	±1,17	12,7	±0,12
1,3	6,7			
1,4	4,5	±0,86	19,1	±0,09
1,5	2,7			
1,6	1,5			
1,7	0,8			
1,8	0,3			
1,9	0,1			

чество деревьев от самого тонкого дерева до среднего равно 56,4%, основное отклонение $\sigma = \pm 2{,}16$; коэффициент вариации $v = 3{,}8\%$ и средняя ошибка $m = \pm 0{,}23$. Варьирование числа деревьев в центральных ступенях толщины (0,6—1,4) не превышает 20%.

Распределение числа деревьев по естественным ступеням позволяет найти распределение площадей сечений деревьев. После некоторого выравнивания, как это рекомендует проф. А. В. Тюрин [6], получим следующее распределение площадей сечения по естественным ступеням толщины (табл. 5).

Таблица 5

Естественные ступени толщины	Участие площадей сечения в ступенях в %
0,4	0,2
0,5	1,0
0,6	3,0
0,7	5,2
0,8	8,1
0,9	10,9
1,0	13,0
1,1	13,9
1,2	13,1
1,3	11,1
1,4	8,6
1,5	5,8
1,6	3,5
1,7	2,0
1,8	0,6

Из приведенного ряда видно, что среднее по площади сечения дерево находится на 34,9% от самого тонкого. (Для сосняков Архангельской области [1] — на 34,8%). В древостоях прореженных, с убранным отпадом, среднее дерево лежит на 40,4% от низшей ступени [6].

Некоторый интерес представляет сопоставление различных рядов распределения числа деревьев с рядом для ели (см. рис. 1).

При сопоставлении видно большое сходство ряда ели с рядом распределения сосны. Это позволяет сказать, что не только «в господствующих ярусах насаждений нужно видеть наиболее однородные и пригодные для сравнения части [5], но и в насаждениях при естественном формировании, без уборки так называемого отпада, однородность при сравнении рядов распределения числа деревьев разных пород (сосны, ели) бесспорна. Сравнение показывает также принципиальное различие ряда ели с общим рядом проф. А. В. Тюрина. Причина такого отклонения заключается в том, что А. В. Тюрин изучал строение древостоев, в которых проводились рубки ухода или убирался отпад.

Важным вопросом в строении древостоев является варьирование диаметров деревьев на высоте груди (1,3 *м*), которое для ельников Архангельской области характеризуется показателями, приведенными в табл. 6.

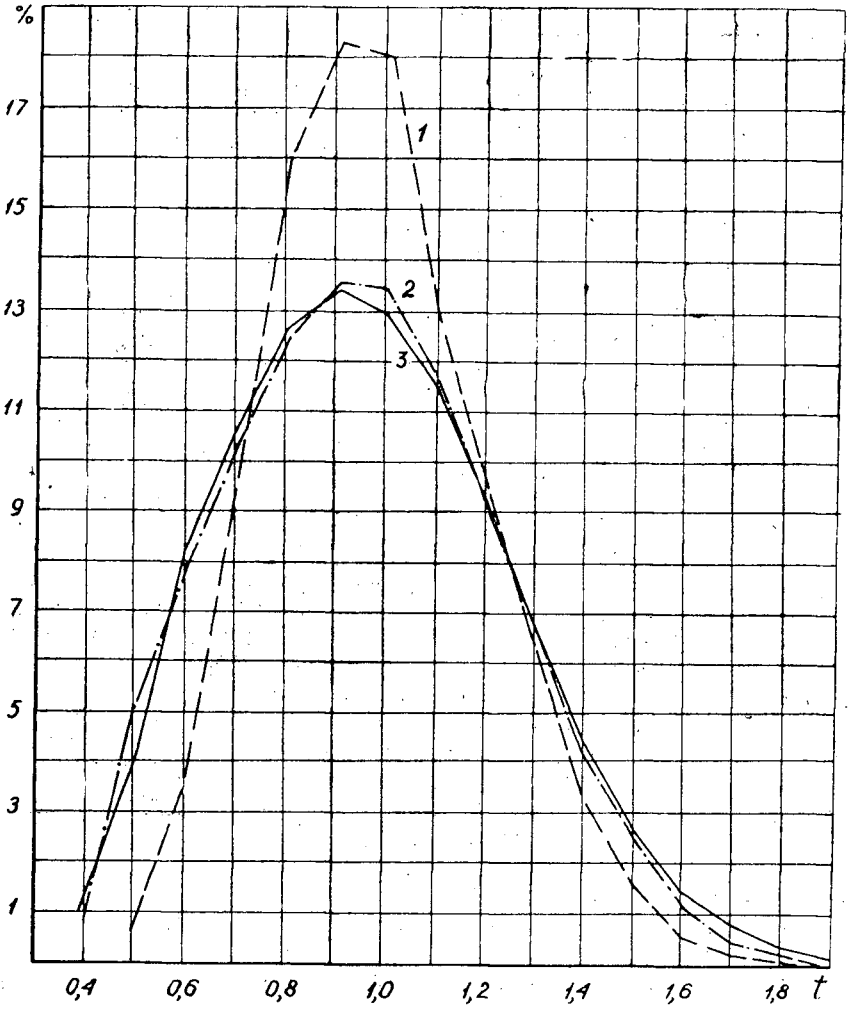


Рис. 1. Распределение числа деревьев по естественным ступеням толщины.

1— общая кривая по Тюрину; *2*— кривая для сосны Архангельской области по Левину; 3— кривая для ели по данным автора. По оси абсцисс отложены естественные ступени толщины, по оси ординат—число деревьев в %.

Таблица 6

Показатели	Единицы измерения	Тип леса			
		ельник-кисличник	ельник-черничник	ельник-долгомошник	средние
Тонкомерные древостои					
Количество пробных площадей .	шт.	—	10	6	—
Средний диаметр	*см*	—	16,5	16,3	16,4
Коэффициент вариации	%	—	31,5	32,2	31,8
Среднемерные древостои					
Количество пробных площадей .	шт.	9	42	4	—
Средний диаметр	*см*	20,9	20,6	19,9	20,6
Коэффициент вариации	%	29,1	29,1	31,6	29,3
Толстомерные древостои					
Количество пробных площадей .	шт.	11	6	—	
Средний диаметр	*см*	26,6	26,9	—	26,7
Коэффициент вариации	%	27,5	26,4	—	27,2

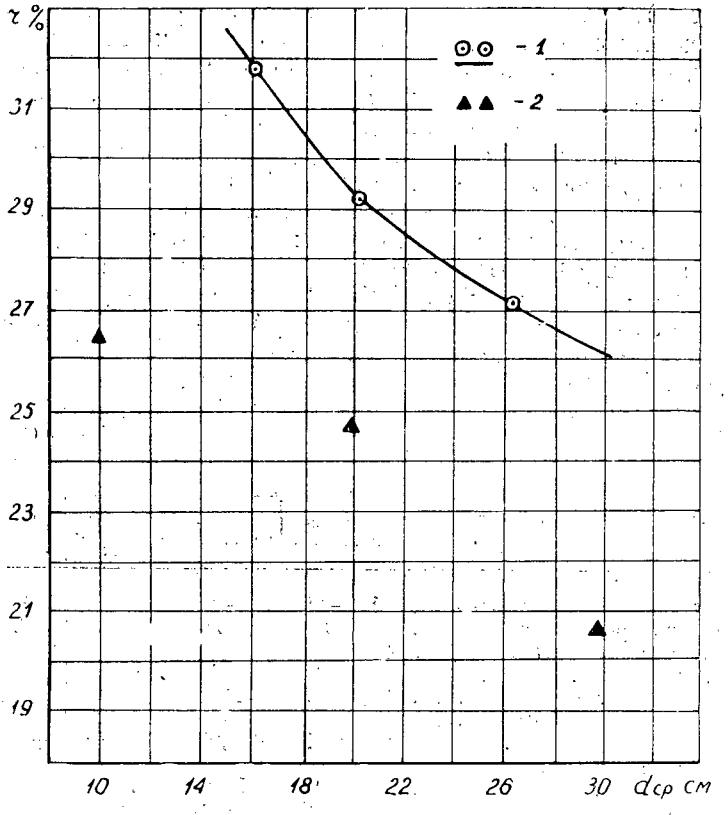


Рис. 2. Зависимость коэффициента вариации диаметров деревьев на высоте груди (1,3 *м*) от среднего диаметра древостоя.

1— для ели Архангельской области; *2*— по А. В. Тюрину; *r*— коэффициенты вариации в %.

Из приведенных данных видно, что в различных типах леса, но при равных средних диаметрах, коэффициенты вариации диаметров деревьев близки друг к другу. С увеличением среднего диаметра (и возраста в пределах типа леса) его варьирование уменьшается.

Средний коэффициент вариации диаметров деревьев в ельниках Архангельской области равен 29,3%.

Следует отметить, что коэффициент вариации диаметров на высоте груди в древостоях при естественном формировании на 5—7% больше чем в древостоях, в которых проводились рубки ухода (рис. 2).

Строение древостоев по высоте

Важное значение имеет связь минимальной и максимальной высоты со средней высотой древостоя, так как она позволяет решать многие вопросы: при глазомерной таксации служит придержкой для определения средней высоты древостоя, дает возможность определить высоты по ступеням толщины, облегчает расчленение сложных древостоев на ярусы и т. д. Несмотря на важность этого вопроса, в литературе он освещен недостаточно, особенно в применении к таежным ельникам при естественном их формировании.

Материалом для изучения соотношений высот в еловых древостоях послужили 86 пробных площадей спелых и перестойных древостоев (от

100 до 253 лет), с господством ели при составе (10—5)Е(5—0) других пород. Предельные высоты древостоя на каждой пробе брались с графика высот, который строился по срубленным для каждой ступени толщины модельным деревьям. Минимальные и максимальные высоты выражались в долях средней высоты древостоя.

Анализируя влияние возраста на пределы высот в спелых и перестойных еловых древостоях, мы не обнаружили заметной разницы. Так, например, по нашим данным в черничниках в возрасте 101—140 лет средние редукционные числа составляют: наименьшее 0,60, а наибольшее 1,21; в возрасте 141—180 лет они соответственно равны 0,59—1,23 и в возрасте 181—240 лет 0,62—1,23. К такому же выводу пришел В. И. Левин при анализе строения сосняков Архангельской области [1].

Колебание высот в древостое находится в некоторой зависимости от типа леса. Это положение подтверждается выведенными нами предельными высотами по типам леса (см. табл. 7).

Таблица 7

Основные статистические показатели	Тип леса			
	ельник-кисличник	ельник-черничник	ельник-долгомошник	средние для всех типов
Возраст древостоя, лет (от—до)	100—200	100—200	130—253	100—253
Количество пробных площадей	19	53	14	86
Наименьшие высоты в долях средней	0,58	0,61	0,59	0,60
Основное отклонение σ	± 0,07	± 0,08	± 0,06	± 0,08
Коэффициент вариации v	12,0	13,1	10,2	13,3
Средняя ошибка m	± 0,013	± 0,011	± 0,016	± 0,009
Наибольшие высоты в долях средней	1,19	1,22	1,25	1,22
Основное отклонение σ	± 0,06	± 0,06	± 0,03	± 0,07
Коэффициент вариации v	5,0	4,9	2,4	5,7
Средняя ошибка m	± 0,014	± 0,008	± 0,008	± 0,008
Разность предельных высот в % к средней	61	61	66	62

Наиболее существенное влияние тип леса оказывает на верхние пределы высот и почти не влияет на нижние.

В среднем для еловых древостоев Архангельской области наименьшая высота составляет 0,60, а наибольшая 1,22 от средней высоты древостоя с разностью между ними в 62%.

В сосновых древостоях, по данным В. И. Левина, пределы высот составляют 0,69—1,16 от средней высоты древостоя с разницей между ними в 47%, то есть на 15% меньше, чем в ельниках.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. И. Левин. К вопросу о строении сосняков Архангельской области. Труды АЛТИ, т. XIII, Архангельск, 1949. [2]. И. С. Мелехов. Проблемы таежного лесоводства. «Лесное хозяйство» № 10, 1957. [3]. И. С. Мелехов. Задачи и пути изучения лесов Севера. «Вестник сельскохозяйственной науки» № 1, М., 1957. [4]. Постановление XII Всероссийского съезда лесовладельцев и лесохозяев в г. Архангельске 15—25 июля 1912 г. по докладам Г. Ф. Морозова «Типы и бонитеты» и П. П. Серебренникова «О типах насаждений и их значении в Северном лесном хозяйстве». «Лесной журнал» вып. 6, 1912. [5] А. В. Тюрин. Еще о строении насаждений. «Лесное хозяйство, лесная промышленность и топливо» № 12, 1924. [6]. А. В. Тюрин. Нормальная производительность насаждений. Сельхозгиз, 1930.

Поступила в редакцию
20 сентября 1958 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

РАЗМЕРЫ ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКОН У ГИБРИДНЫХ ТОПОЛЕЙ

П. Л. БОГДАНОВ

Профессор, доктор биологических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Длина древесных волокон * имеет большое значение при использовании древесины в целлюлозно-бумажном производстве. Лучшей породой в этом отношении является ель (длина волокна 2,5—3,0 *мм*). Волокна тополей невелики, однако длина их достаточна для того, чтобы эти породы можно было употреблять для тех же производственных целей.

При выращивании тополей и при селекции их необходимо стремиться получить сорта быстрорастущие, холодостойкие, устойчивые против энтомовредителей и грибных заболеваний и, что не менее важно, с возможно большей длиной волокон.

В проводимой нами работе по селекции тополей учитывалась длина волокон у различных видов тополей и получаемых от них гибридов.

Определялось соотношение длины волокон древесины взрослого дерева 20—40 лет и однолетних побегов того же вида. Результаты (в сравнении с елью) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Длина волокна в *мм*					
	древесины взрослого дерева			древесины однолетнего побега		
	средняя	максимальная	минимальная	средняя	максимальная	минимальная
Ель**	3,05	4,80	1,00	0,90	1,70	0,40
Осина	1,05	1,45	0,60	0,60	0,90	0,35
Тополь белый	1,00	1,40	0,70	0,60	1,35	0,30
„ черный	1,30	1,55	1,00	0,60	1,30	0,30
„ канадский	1,00	1,45	0,70	0,80	1,40	0,50
„ душистый	0,80	1,05	0,40	0,55	0,70	0,30
„ бальзамический	1,05	1,50	0,60	0,80	1,10	0,50

Как видим, у различных видов тополой волокна древесины взрослого дерева довольно сильно отличаются по длине и в 2,5—3 раза ко-

* Под волокнами древесины подразумеваются у хвойных пород трахеиды, а у лиственных — либроформ.

** Исследовались образцы дерева пятидесяти лет и четырехлетнего.

роче волокон ели. Наибольшую длину волокон имеет тополь черный, а наименьшую — тополь душистый. Длина волокон зависит и от возраста. Волокна древесины четырехлетней ели в три раза короче, чем 50-летней; а у тополей только в 1,5—2 раза.

Для установления влияния гибридизации тополей на размеры волокон древесины в 1939 г. были измерены волокна у 49 клонов: шести видов, сорока гибридных элит, отличающихся хорошим ростом и устойчивостью, и трех гибридных, полученных из Мортон Арборетум (Канада).

Побеги брались средние по величине, около 1,5 *м* длиной. Из средней части такого побега вырезалась древесина для мацерации, которая производилась в 10%-ном растворе хромовой кислоты при кипячении. Волокна измерялись под микроскопом при малом увеличении. Для каждого образца делалось 100 измерений с точностью до 0,05 *мм*.

В табл. 2 приводятся результаты этих измерений (показаны только образцы с наибольшей и наименьшей длиной волокна).

Таблица 2

Название видов и гибридов тополей	Инвентарный номер	Длина волокна в *мм*		
		средняя	максимальная	минимальная
Осина	—	0,65	0,80	0,55
Тополь белый	—	0,65	0,80	0,60
„ черный	—	0,70	0,90	0,45
„ канадский	—	0,90	1,30	0,65
„ бальзамический	—	0,70	0,90	0,55
„ душистый	—	0,60	0,80	0,40
„ канадский × бальзамический	20/27	0,55	0,70	0,40
„ «	20/1	0,65	0,85	0,55
„ бальзамический × канадский	23/22	0,65	0,70	0,55
„ „	40/1	0,75	0,85	0,60
„ канадский × душистый	13/2	0,70	0,90	0,55
„ „ „	13/8	1,05	1,25	0,70
„ черный × душистый	21/25	0,70	0,80	0,50
„ „ „	21/19	0,75	0,90	0,60
„ черный × бальзамический	86/19	0,70	0,80	0,60
„ Генероза	—	0,65	0,80	0,50
„ Андроскогин	—	0,65	0,80	0,50
„ Румпфорт	—	0,65	0,71	0,55

Приведенные данные показывают, что длина волокна различных видов тополей и их гибридов отличается сравнительно немного.

Наиболее длинное волокно у тополя канадского и элитного клона гибрида 13/8 (тополь канадский × душистый), древесные волокна которого в 1,5—2 раза длиннее, чем у других тополей. В настоящее время этому клону гибридного тополя дано название тополь ленинградский *Populus leningradensis*, и он размножается как сорт быстрорастущий и вполне холодостойкий. Произведенное в 1958 г. измерение показало, что длина древесных волокон у этого сорта тополя почти в полтора раза больше, чем у его родительских видов.

На основании этого можно сделать вывод, что гибридизацией тополей можно значительно увеличить длину волокон древесины и получить новое ценное сырье для целлюлозно-бумажного производства.

Поступила в редакцию
28 декабря 1958 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ГРИБНЫЕ БОЛЕЗНИ СЕМЯН И ШИШЕК ХВОЙНЫХ ПОРОД

А. А. ПРИСЯЖНЮК

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Белорусский лесотехнический институт)

Контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. намечено провести мероприятия по возобновлению леса на площади примерно 11 млн. *га*. Огромный размах лесокультурных работ потребует большого количества семян древесных пород.

В связи с этим первостепенное значение имеет не только количество, но и качество семян, от которого зависит жизнестойкость, производительность и долговечность вновь создаваемых насаждений.

Между тем, семена древесных пород поражаются грибными организмами, вследствие чего снижается их качество или они становятся полностью непригодными для посевных целей. Так, по данным ряда авторов [1], [2], [3], [5], [6], [7], [10], [11], [12], зараженность семян пород достигает в некоторых случаях 50—80% и даже более.

Установлено, что чем выше зараженность семян возбудителями грибных заболеваний, тем ниже их всхожесть. Попадая вместе с семенами в почву, грибные организмы могут долго в ней сохраняться, а при благоприятных условиях и развиваться, поражая всходы в самом начале их прорастания и развития. Это приводит к большому снижению выхода посадочного материала в питомниках (в отдельные годы изреживание всходов хвойных пород достигает 50% [4], [5], [9], [10]). Кроме того, грибы, встречающиеся на семенах и шишках хвойных пород, могут препятствовать естественному возобновлению.

В связи с этим перед посевом необходимо проводить фитопатологическую экспертизу семян.

Грибы, вызывающие заболевания семян хвойных пород, до последнего времени были недостаточно изучены.

Настоящая работа имеет своей целью выявить качественный и количественный состав микофлоры семян и шишек хвойных пород и наметить некоторые мероприятия по борьбе с грибами, являющимися возбудителями болезней их.

Исследования проводились в лаборатории защиты леса Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации (с 1946 по 1950 г.) и в Белорусском лесотехническом институте им. С. М. Кирова (с 1951 по 1958 г.). Материалом служили образцы семян и шишек, собранных в лесных насаждениях лесхозов УССР и ряда областей РСФСР.

Зараженность семян грибами устанавливалась путем микологического анализа, который имел своей целью определение видового состава грибов, количественный учет зараженных семян и разработку приемов борьбы с выявленными возбудителями заболеваний.

Микологический анализ проводился следующим образом: а) наружным осмотром, б) обмывкой семян и исследованием промывных вод под микроскопом и биологическим методом. Биологический метод был основным и состоял в следующем. Из среднего образца семян отбиралась проба, содержащая не менее 800 семян исследуемой породы; затем 200 шт., взятые без выбора, раскладывались стерильным пинцетом на поверхность питательной среды в чашки Петри рядами по шаблону и помещались в термостат с постоянной температурой 20—25° С. Появившиеся колонии грибов осматривали через 7—8 дней, учитывая зараженность семян отдельными грибами; при этом устанавливалось общее число зараженных и здоровых семян, число семян, зараженных сапрофитными и паразитными грибами. Этот метод позволял определить не только качественный состав грибов, но и количественное соотношение их между видами.

В том случае, когда необходимо было установить процент семян с внутренней зараженностью, из остатка пробы брали дополнительно 200 семян, которые стерилизовали с поверхности 0,15%-ным раствором формалина или 0,5%-ным раствором марганцево-кислого калия в течение одного часа, а затем разрезали пополам. Полученные половинки раскладывали в чашки Петри с питательной средой, в качестве которой применялись сусловый агар с 4%-ным содержанием сахара, картофельно-глюкозный сахар, синтетический агар Чапека и др.

В итоге проведенных работ было определено, какие грибы поражают семена сосны обыкновенной, ели обыкновенной, лиственницы сибирской и пихты сибирской. Список их приведен в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п.	Наименование грибов	Встречаемость на древесных породах			
		сосны	ели	лиственницы	пихты
	Класс *Phycomycetes* Порядок *Mucorales*	+	+	+	+
1	*Mucor albo-ater* Naumov.	+	+	+	+
2	*Mucor mucedo* (L.) Fres.	+	+	+	+
3	*Mucor plumbeus* Bonorden.	+	+	+	+
4	*Mucor racemosus* Pres.	+	+	+	+
5	*Rhisopus nigricans* Ehrenb.	+	+	+	+
6	*Zygorhynchus Vuillemini* Namysl. .	+			
7	*Cheltostylum Fresenii* van Tieghem et Le Monnier.	+	+		
8	*Helicostyllum elegans* Corda. . . .	+			
9	*Thamnidium elegans* Link. . . .	+	+	+	+
10	*Syncephalastrum cinereum* Bain. . .	+			
	Класс *Ascomycetes* Порядок *Sphaeriales*				
11	*Sordaria fimicola* Ces. et de Not. .	+	+		
12	*Curreya conorum* Sacc.*	+			
13	*Propolis faginea* Karst.*			+	

Продолжение табл. 1

№ п/п.	Наименование грибов	Встречаемость на древесных породах			
		сосны	ели	лиственницы	пихты
14	*Propolis rhodoleuca* Fries.* . . .	+			
15	*Stictis fimbriata* Schw.*	+			
	Порядок *Hysteriales*				
16	*Hypoderma conigenum* Rehm*. . .	+	+	+	
	Порядок *Bulgariales*				
17	*Ombrophila strobilina.**	+	+		
	Порядок *Pelizales*				
18	*Helotium strobilinum* Fekl.*			+	
19	*Helotium virgultorum* Karst var. *conigenum* Rehm.*	+	+		
	Класс *Basidiomycetes* Порядок *Hymenomycetes*				
19а	*Typhula peronata* Fries.*	+	+		
20	*Hydnum auricalpium* L.*	+			
21	*Marasmium recubans* Gillet.* . . .		+		
22	*Mycena tenerima* Fr.*	+			
	Порядок *Uredinales*				
23	*Chrysomixa pirolae* Kostr.*		+		
24	*Chrysomixa Voronini* Fran.* . . .		+		
25	*Thecopsora padi* Kleb.*		+		
	Группа *Fungi imperfecti* Порядок *Hyphales*				
26	*Monilia sitophyla* Sacc.	+	+	+	+
27	*Trichoderma lignorum* Harz.	+	+	+	+
28	*Botrytis cinerea* Pers.	+			
29	*Verticilium alboatrum* Reinke et Berth.	+			
30	*Verticillium glaucum* Bon.	+	+		
31	*Scopulatiopsis brevicaulis* Bain. .	+			
32	*Penicillium candidum* Link.	+	+		
33	*P. luteum* Zusal.				
34	*P. expansum* Link.	+	+	+	+
35	*Spicaria elegans* Corda.	+	+	+	+
36	*Aspergillus flavus* Link.		+	+	+
37	*A. candidum* Link.	+	+	+	+
38	*A. glaucus* Link.	+	+		+
39	*A. niger* v. Tiegh.	+	+	+	+
40	*A. ochraceum* Wilhelm.	+	+	+	+
41	*Aspergillus Wentii* Wehmer. . . .	+			
42	*Trichothecium roseum* Link.	+	+		
43	*Pullularia pullulans* Berkh.	+	+	+	+
44	*Hormiscium stilbosporum* Sacc. . .	+	+	+	+
45	*H. antiquum* Corda.	+	+		
46	*Cladosporium epiphyllum* Pers. . .	+			
47	*C. herbarum* Link.	+	+	+	+

Продолжение табл. 1

№ п/п.	Наименование грибов	Встречаемость на древесных породах			
		сосны	ели	лиственницы	пихты
48	*Dicoccum asperum* Corda.	+			
49	*Helicomyces candidus* Sacc.	+			
50	*Stachybortus alternans* Bon.				
51	*Alternaria circinans* Berk et Curt. .	+	+	+	+
52	*A. iridicola* E. et E.	+	+	+	
53	*A. peponis* Laf.	+	+	+	
54	*A. radicina* MD et E.	+	+	+	
55	A. *tenuis* Nees.	+	+	+	
56	*Stemphylium paxianum* Szabo. . . .	+			
	Порядок *Acervulales*				
57	*Pestalotia funerea* Desmaz.*	+			
58	*Cylindrocephallum stellatum* Harz. .	+			
59	*Phragmotrichum Chailetii* Kze.* . .	+			
60	*Fusarium avenaceum* Sacc.	+	+	+	+
61	*F. coeruleum* Sacc.	+			
62	*F. equiseti* Sacc.		+		
63	*F. moniliforme* Scheld.	+			
64	*F. oxysporum* Scheld.	+		+	
65	*F. Solani* App. et Wr.	+	+		
66	*F. sporotrichoides* Scherb.	+	+		
67	*F. redolens* Wr.	+			
	Порядок *Pycnidales*				
68	*Hendersonia strobilina* Curr.* . . .	+			
69	*Ascochyta conorum* Henn.*		+		
70	*Coniothyrium conicola* Vesterg.* .	+	+		
71	*Phoma strobiligena* Desm.*				+
72	*Diplodia conigena* Desmaz.* . . .	+	+		
73	*Sirodiplospora strobilina* N.Naumov*.		+		

* Грибы, вызывающие болезни шишек

Как видно из таблицы, все грибы представлены двумя классами: фикомицетами, сумчатыми и группой несовершенных грибов (последние преобладают). Большинство грибов являются сапрофитами или полусапрофитами. Они встречаются на самых разнообразных субстратах (на различных растениях, на семенах растений, органических остатках) и не являются специфическими для семян хвойных пород. Исключение составляют представители родов *Alternaria* и *Fusarium*, являющиеся паразитами семян сосны, лиственницы и ели и вызывающие заболевания под названием «полегание сеянцев».

В итоге наших работ было установлено, что семена хвойных пород имеют сложную микофлору, в состав которой входят грибы, опасные для сеянцев. Следовательно, семена хвойных пород могут быть источниками инфекций, вызывающих гибель всходов и полегание сеянцев в питомниках и при создании лесных культур посевом семян непосредственно в почву.

Особенно опасными являются болезни всходов в условиях холодной и затяжной весны, когда сильно снижается энергия прорастания семян в

в почве, и ослабленные всходы хвойных пород становятся доступными поражению различного рода микроорганизмами, находящимися на высеваемых семенах и в окружающей почве.

В результате появляются недружные, изреженные всходы. В табл. 2 приводятся данные о степени зараженности грибами семян хвойных пород.

Таблица 2

Порода	Место происхождения семян (область)	Год исследования	Подвергнуто экспертизе, кг	Заражено грибами в %			
				сапрофитными	паразитными	средневзвешенная зараженность в %	
						сапрофитными	паразитными
1	2	3	4	5	6	7	8
Сосна обыкновенная	Киевская	1950	11900	100	28,0	49,0	2,8
		1951	10183	100	29,6	43,7	2,0
		1952	9863	100	16,6	44,6	1,1
		1953	2570	100	9,7	43,0	1,6
		1954	500	100	6,5	54,0	1,0
	Житомирская	1951	7759	100	13,3	49,8	1,8
		1952	7753	100	17,7	29,6	1,8
	Черкасская	1953	88	100	—	89,0	—
		1954	200	100	—	27,0	—
	Черниговская	1953	3350	100	12,7	49,0	1,6
		1954	826	100	2,4	69,0	0,7
Ель обыкновенная	Киевская	1950	105	100	100	86,0	1,0
		1951	35	100	63	44,0	0,5
		1952	25	100	—	27,0	—
		1953	13	100	—	100,0	—
		1954	3	100	—	33,0	—
	Житомирская	1952	128	100	12,5	42,0	0,5
	Черниговская	1953	20	100	—	53,0	—
Лиственница сибирская	Киевская	1951	48	100	100	2,0	5,0
		1952	3	100	86	3,0	3,0
	Житомирская	1952	134	100	—	12,0	—
Пихта сибирская	Киевская	1952	125	100	—	100	—

Из таблицы видно, что образцы семян всех пород, взятые из разных областей и в разные годы, на 100% заражены сапрофитными видами грибов. Паразитными видами более всего оказались заражены семена сосны, ели и лиственницы.

В связи с вышеуказанным большое практическое значение имеет определение источников и причин, вызывающих такое сильное заражение семян грибами.

Для выяснения вопроса — когда, в какой степени и какими грибами заражаются семена ели и сосны, были проведены исследования микофлоры семян этих пород, находящихся в шишках в период вегетации на растущих деревьях, в шишках при хранении их в закромах и складах шишкосушилен и семян после обработки их, то есть уже в готовом для посевных целей материале, хранившемся на складах.

Шишки для исследования с растущих деревьев брались в лесу с экземпляров здоровых деревьев средней высоты и с хорошо развитой кроной в типе леса сосняк-брусничник II бонитета.

Из складов брались шишки, собранные в декабре 1955 г. и в январе 1956 г.

Для проведения анализов использовалось по 200 семян каждой категории.

Результаты проведенных анализов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Варианты опытов	Зараженность грибами в %			
	ели		сосны	
	сапрофитными	паразитными	сапрофитными	паразитными
Семена из нераскрывшихся шишек, взятых с растущих деревьев	0	0	0	0
Семена, взятые на деревьях из шишек, начавших раскрываться	15	1	21	1
Семена из шишек, хранившихся в закромах	43	2	56	1
Семена, хранившиеся на складах	100	2	100	3

Исследования показывают, что заражение спорами грибов семян ели и сосны на растущих деревьях до созревания их производиться не может. Семена этих пород хорошо защищены чешуями шишки и в лесу при своевременном сборе почти не подвергаются грибной инфекции извне *. Заражение семян спорами грибов происходит в основном при их хранении. При этом большое значение имеет способ хранения. Наблюдения показали, что 60% семян хранится в мешках, около 30% в ящиках, ларях и жестяных цилиндрах, и лишь 10% в герметически закупоренных сосудах.

В табл. 4 отражено влияние способов хранения семян сосны на зараженность их грибами.

Таблица 4

Способы хранения семян	Зараженность семян грибами в %	
	сапрофитными	паразитными
В мешках	100	3
В ящиках	91	2
В цинковых банках	84	2
В герметически закрытых бутылях	35	1

Как видно из данных, приведенных в таблице, меньше всего заражены грибами семена сосны, хранящиеся в герметически закрытых бутылях, что объясняется отсутствием доступа влаги, необходимой для прорастания спор и проникновения мицелия внутрь семян.

* Аналогичные факты были установлены И. И. Журавлевым [5].

Наибольшее распространение на семенах сосны имела зеленая плесень *Penicillium glaucum*. Зараженность семян сосны этим грибом была равна 78% при хранении в мешках и 28% — при хранении в закрытых бутылях.

Зараженность семян сосны грибом *Cladosporium herbarum* при всех способах хранения не превышала 2—7%, а в случае хранения в герметически закупоренных бутылях — отсутствовала.

При всех способах хранения встречалось от 1 до 6% семян, зараженных грибом *Trichothecium roseum*.

Из других видов грибов на семенах сосны единично наблюдались *Demacium pullulaus, Trichoderma lignorum, Rhisapus nigricans* и др.

Наличие указанных выше плесневых грибов непосредственной опасности для семян и всходов не представляет.

Значительно опаснее заражение семян сосны спорами грибов из родов *Fusarium* и *Alternaria*. Представители этих грибов встречались на семенах сосны при всех способах хранения, вызывая зараженность от 1 до 3% семян.

В заключение можно сказать следующее.

Основными мерами борьбы с зараженностью являются правильное хранение семян, дезинфекция тары и складских помещений, обеспечение нормальной температуры и влажности в хранилищах. Наилучшим, давно известным способом хранения семян сосны является хранение их в стеклянных герметических бутылях. Перед посевом семена хвойных пород необходимо в обязательном порядке подвергать протравливанию.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. И. Ванин. Болезни сеянцев и семян лесных пород. Сельхозгиз, 1931. [2]. С. И. Ванин и Н. О. Каттерфельд. О фунгисидах для протравливания семян хвойных пород. Сб. трудов ЦНИИЛХ «Борьба с вредителями леса и лесопродукции», ГЛТИ, 1939. [3]. С. И. Ванин. Лесная фитопатология. Гослестехиздат, 1948. [4]. М. С. Дунин и И. С. Гольдмахер. О некоторых эпидемических заболеваниях молодых растений в лесных питомниках. «Лесовод» № 5, 1926. [5]. И. И. Журавлев. Зараженность семян древесных пород грибами. «Лесное хозяйство и лесоэксплуатация» № 5, 1935. [6]. И. И. Журавлев. Материалы к методике фитопатологической экспертизы лесных семян. Сб. ЦНИИЛХ, № 15, 1940. [7]. И. И. Журавлев и Д. В. Соколов. Грибные болезни семян древесных и кустарниковых пород. Министерство лесной промышленности. ЦНИИЛХ, Л. 1947. [8]. И. И. Журавлев. Полегание сеянцев. Гослесбумиздат, М.-Л., 1953. [9]. Е. И. Карпова-Бенуа. Полегание сеянцев хвойных пород в лесных питомниках и борьба с этим заболеванием. Гослестехиздат, Л., 1934. [10]. Д. В. Соколов. Итоги фитопатологической экспертизы древесных семян на Ленинградской семенной станции. «Лесное хозяйство» № 14, 1940. [11]. В. Н. Шафранская. Грибные заболевания семян хвойных и лиственных пород. Результаты научно-исследовательских работ Белорусского института лесного хозяйства, вып. 3, 1940. [12]. А. А. Юницкий. О грибных заболеваниях древесных пород. «В защиту леса» № 2, 1938.

Поступила в редакцию
18 июня 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ДИНАМИКА ПРИРОСТА ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ

Н. И. ФЕДОРОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Белорусский лесотехнический институт)

В результате деятельности камбиального слоя у деревьев в течение вегетационого периода происходит ежегодное отложение древесины по радиусу ствола. Величина прироста у различных пород зависит от продолжительности деятельности камбия и интенсивности отложения им клеток древесины, а также от комплекса условий внешней среды. Ведущими внешними факторами являются температура, количество осадков, влажность воздуха и почвы, условия освещения и минерального питания.

Изучение динамики прироста древесины, установление закономерностей деятельности камбия в различных районах и условиях произрастания, определение влияния основных метеорологических факторов на начало и окончание деятельности камбия, а также на интенсивность работы его в течение вегетационного периода позволят полнее изучать процессы формирования древесины.

Особый интерес в этом отношении представляет изучение прироста древесины лиственницы, разведение которой производится в послевоенный период в широких размерах далеко за пределами ее естественного ареала.

Выращивание лиственницы в новых условиях среды, несомненно, вносит ряд изменений в процессы обмена веществ, что, в конечном итоге, отражается на величине прироста древесины, ее качестве и общей продуктивности. Определение влияния новых экологических условий роста на величину прироста и продуктивность лиственницы имеет важное практическое значение.

Нами было проведено наблюдение за ходом прироста древесины по радиусу ствола у лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Led.) и сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) в Минском лесхозе (БССР) в течение вегетационного периода 1956 г.

Объектами исследования служили культуры лиственницы сибирской и сосны обыкновенной, расположенные в непосредственной близости друг от друга и характеризующиеся одинаковыми условиями произрастания. В этих культурах были заложены пробные площади, краткая характеристика которых приводится ниже.

Пробная площадь № 1. Заложена в культуре лиственницы сибирской 45-летнего возраста. Состав 10Лц + С. Средний диаметр — 24,4 *см*, средняя высота — 24 *м*, бонитет Iа, полнота 0,8, за-

пас на 1 *га* — 440 $м^3$. Тип леса — листвяг лещиновый (*Laricetum corylosum*).

Пробная площадь № 2 заложена в культуре сосны обыкновенной 45-летнего возраста. Состав 10С. Средний диаметр — 23 *см*, средняя высота — 22 *м*, бонитет Iа, полнота 0,8, запас на 1 *га* — 360 $м^3$. Тип леса — сосняк лещиновый (*Pinetum corylosum*).

На пробных площадях было отобрано по 12 модельных деревьев сосны и лиственницы (по 3 дерева I, II, III и IV классов роста), у которых на высоте 1,3 *м* выкалывались образцы древесины толщиной до 1 *см* с таким расчетом, чтобы захватить древесину соседних годичных слоев. Это делалось периодически, через десять дней, с 10 мая по 1 октября, при помощи стамески с шириной лезвия 10 *мм*. Образцы выкалывались последовательно, через небольшой интервал, по направлению движения часовой стрелки. При этом первый экземпляр брался у одних деревьев с южной, а у других — с северной стороны. Всего было взято 336 образцов. Они маркировались и помещались в пробирки со спиртом.

Из каждого образца приготовлялось несколько микроскопических препаратов. Величина прироста древесины измерялась с точностью до 0,01 *мм*. Результаты измерений группировались и обрабатывались с применением методов математической статистики.

Как показали исследования многих авторов [1], [2], [3], [4], [5], [7], [8], [10], большую роль в образовании органической массы древесины играют климатические условия.

Данные о метеорологических условиях вегетационного периода 1956 г., полученные с метеостанции г. Минска, расположенной в 18 *км* от места исследования, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Месяцы	Декады	Температура воздуха °С			Относительная влажность воздуха в 13 часов в %	Количество осадков в *мм*
		средняя	абсолютный максимум	абсолютный минимум		
Май	I	11,5	20	5	68	15
	II	10,1	16	2	69	26
	III	12,6	23	3	61	8
	За весь месяц	11,4	23	2	66	49
Июнь	I	20,6	30	9	58	9
	II	19,0	28	11	72	55
	III	16,8	27	8	74	38
	За весь месяц	18,9	30	8	68	102
Июль	I	16,3	26	7	71	17
	II	15,7	22	8	79	28
	III	15,4	25	7	75	20
	За весь месяц	15,9	26	7	76	65
Август	I	13,8	22	7	81	26
	II	13,9	23	5	75	19
	III	15,2	28	10	80	57
	За весь месяц	14,4	28	5	79	102
Сентябрь	I	12,5	24,4	4,9	82	7,3
	II	8,5	13,6	3,5	84	31,1
	III	9,6	19,8	—1,4	72	1,7
	За весь месяц	10,1	24,4	—1,4	80	40,0

Как видно из таблицы, весна 1956 г. была затяжной, средняя температура воздуха в мае была 11,4° (по многолетним наблюдениям — 12,1°), относительная влажность воздуха — 66% и количество осадков 50 *мм*.

Самым теплым и влажным месяцем вегетационного периода был июнь. Средняя температура воздуха этого месяца 18,9° (средняя многолетняя 16,7°), абсолютный максимум 30°. Осадков выпало на 35 *мм* больше по сравнению со средними данными для этого месяца. Вторая половина вегетационного периода характеризовалась более пониженной температурой и достаточным количеством осадков.

Отмеченные особенности в метеорологических условиях повлияли на характер прироста древесины.

Пробуждение камбия и начало отложения древесины связано с развертыванием почек и появлением новой хвои или листвы.

У большинства лиственных и хвойных пород, как показали исследования В. Г. Овсянникова и Р. Тренделенбурга [9], прирост по диаметру на высоте груди начинается после раскрытия почек и после того, как тронутся в рост новые побеги.

Известно, что в различных районах и в разные вегетационные годы начало деятельности камбия наступает неодновременно.

У дуба, произрастающего в лесостепной зоне (по данным В. Е. Вихрова) прирост древесины начинается за несколько дней до раскрытия листовых почек и зависит от повышения температуры и достаточных запасов воды.

Пробуждение камбия у сосны в Архангельской области (по данным И. С. Мелехова) происходит в середине или конце июня, в условиях равнинной части Западной Европы (по Р. Тренделенбургу) — в середине мая, а в горах того же района — в начале июня.

Нашими наблюдениями установлено, что пробуждение камбия и начало образования новых клеток древесины в 1956 г. в условиях Белоруссии у сосны и лиственницы произошло одновременно в период 22—28 мая при средней температуре 12,6°.

Одновременное начало деятельности камбия у сосны и лиственницы происходит, по нашему мнению, потому, что обе породы характеризуются некоторыми одинаковыми биологическими особенностями (отношение к свету, температуре и др.). Отложение прироста древесины у лиственницы начинается только после того, как на деревьях образуется новая хвоя.

Таблица 2

Время взятия образцов	Прирост		
	сосны в *мк*	лиственницы	
		в *мк*	в % от величины прироста сосны
30.V	80	55	69
10.VI	135	174	129
20.VI	246	370	151
1.VII	327	580	177
10.VII	383	665	174
20.VII	440	835	190
1.VIII	478	863	181
10.VIII	583	1033	177
20.VIII	680	1200	177
1.IX	775	1317	170
10.IX	880	1500	170
20.IX	967	1583	164
1.X	967	1583	164

Динамика прироста древесины сосны и лиственницы по радиусу ствола приведена в табл. 2.

В первую декаду отложение древесины происходит интенсивнее у сосны обыкновенной. Это объясняется тем, что первоначальная работа камбия зависит от количества пластических веществ, отложенных деревом в осенний период прошлого года. Основная часть запасных питательных веществ у лиственницы в это время расходуется на образование хвои, поэтому в первую декаду у нее образуется меньше древесины по сравнению с сосной. У сос-

ны же запасы питательных веществ преимущественно идут на образование прироста древесины. В дальнейшем лиственница значительно увеличивает скорость образования древесины и прирост ее превосходит прирост сосны более чем в 1,5 раза.

Более интенсивное отложение камбием клеток древесины в течение вегетационного периода (кроме первой декады), обусловливающее высокую продуктивность лиственницы, объясняется тем, что лиственница (по данным А. С. Яблокова [6]) имеет более рыхлую, хорошо развитую крону со значительно большим количеством хвои и более мощную корневую систему, чем сосна. Благодаря этому образуется большее количество органических веществ, которые могут быть использованы для построения клеток древесины.

Интенсивность подекадного прироста сосны и лиственницы в течение вегетационного периода показана на рис. 1.

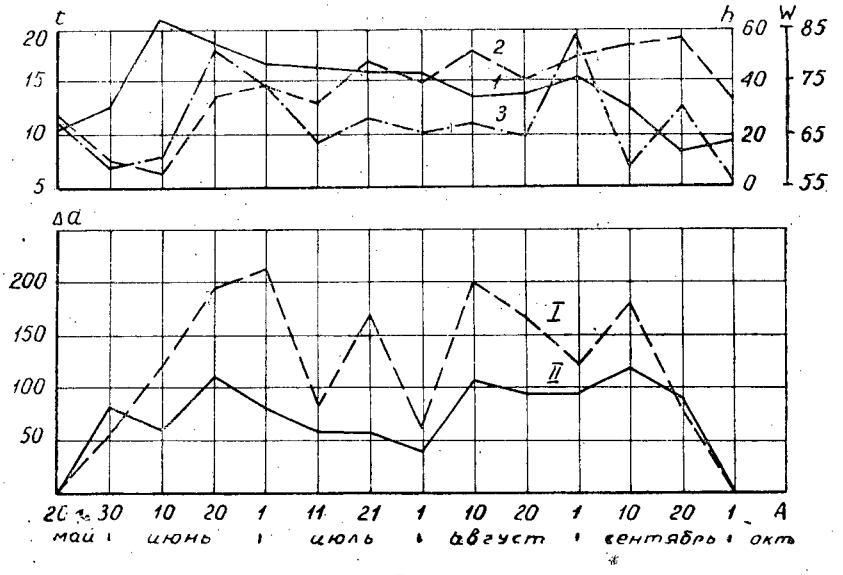


Рис. 1.

Из графика видно, что прирост (Δd) древесины исследуемых пород по декадам (A) в течение вегетационного периода происходит неравномерно, скачками.

Эта неравномерность сильнее выражена у лиственницы (кривая I), у которой можно отметить четыре периода наибольшего роста: в первой декаде июня, в средине июля, в средине августа и в первой декаде сентября. За каждый период происходит отложение колец древесины шириной 200—210 микрон или 10—12% всей ширины годичного слоя.

У сосны (кривая II) подекадный прирост древесины идет более равномерно. Но и здесь можно выделить два периода наибольшего роста: в средине июня и в августе.

Периоды максимального прироста у сосны и лиственницы совпадают по времени. Это свидетельствует о том, что наиболее интенсивное деление клеток камбия происходит при определенном сочетании климатических факторов среды (тепла, осадков, освещенности и т. д.), одинаково благоприятном для этих пород. Неравномерность отложения древесины в течение вегетационного периода отмечали П. Б. Раскатов,

И. С. Мелехов, В. Е. Вихров, К. Ермих и др. Помимо этого, представляется весьма интересным вопрос о связи прироста древесины по радиусу ствола с ростом побегов. Вполне возможно, что когда растут побеги, происходит задержка в образовании древесины ствола. Однако этот вопрос требует специальных исследований.

На рис. 1 приведены также кривые, характеризующие изменение средней температуры t (кривая *1*), относительной влажности воздуха W (кривая *2*) и количества осадков h за вегетационный период 1956 г. (кривая *3*). При сопоставлении их с кривыми прироста древесины можно заметить некоторую согласованность между ходом прироста древесины и метеорологическими факторами среды. Наиболее тесная связь наблюдается между приростом и количеством осадков периода июнь—август. От количества осадков в текущей декаде зависит величина прироста древесины в следующей. Относительная влажность воздуха оказывает непосредственное влияние на прирост древесины в этой декаде.

Между средней температурой воздуха и приростом тесной связи установить не удалось. Очевидно, средняя температура воздуха влияет на начало и окончание работы камбия.

По нашим данным, образование ранней древесины в 1956 г. у сосны и лиственницы закончилось в конце июня. В первой декаде июля камбий уже откладывал типичные для поздней древесины толстостенные трахеиды. Таким образом, в июне происходит образование ранней древесины, составляющей свыше 60% ширины годичного слоя. Естественно, что величина прироста во многом будет зависеть от климатических условий первой половины вегетационного периода (особенно июня). Отложение новых клеток древесины заканчивается у сосны и лиственницы 20 сентября.

В конце сентября происходило утолщение клеточных оболочек последних рядов трахеид вновь образовавшегося годичного слоя. Кроме того, в этот период происходит накопление питательных веществ, используемых деревом в будущем году для построения нового прироста.

Таким образом, лиственница сибирская, произрастающая в условиях Белоруссии, характеризуется высокой продуктивностью.

Исследование динамики прироста древесины лиственницы сибирской и сосны обыкновенной наглядно показывает целесообразность широкого культивирования лиственницы в условиях Белоруссии.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Е. Вихров. Строение и физико-механические свойства древесины дуба. Изд. АН СССР, М, 1954. [2]. И. С. Мелехов. Влияние пожаров на лес. Гослестехиздат, М.-Л., 1948 г. [3]. В. Г. Овсянников. К изучению образования годичных колец древесины. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. 8, 1941. [4]. П. Б. Раскатов. Ход прироста древесины дуба в течение вегетационного периода в различных экологических условиях. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. 9, 1946. [5]. А. П. Тольский. К вопросу о влиянии метеорологических условий на развитие сосны в Бузулукском бору. Труды по лесному опытному делу в России, вып. XVII, 1913. [6]. А. С. Яблоков. Рост лиственничных насаждений высшей производительности на южном Урале. «Физико-механические свойства древесины», Сб. ЦНИИМОД, вып. III, М. 1934. [7]. K. Ermich. Wplyw czynnikow klimatycznych na pvzyroct debu szynulkowego (*Quercus robur* L.) oraz sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) Proba analizy zagadnienia. [8]. I. Nagel. Influence des elements meteorologigues surbaccroissement des forets. Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen. 1948. [9]. R. Trendelenburg. Das Holz als Rohstoff. München—Berlin, 1939. [10]. E. Wiedemann. Fichtenwachstum u. Humuszustand. Ztschr. f. Forst u. Jagdwesen, 1924.

Поступила в редакцию
2 декабря 1958 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА НА РОСТ КУЛЬТУР СОСНЫ ПЛОЩАДКАМИ

Н. Т. СМИРНОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Ильменский государственный заповедник)

Рубкам ухода посвящено очень много исследований, но и в настоящее время в этом вопросе имеется много неясностей и противоречий. Такое положение требует дальнейшего изучения рубок ухода в различных растительных условиях с учетом особенностей насаждений. Проф. М. Е. Ткаченко указывал, что «в старом, нетронутом рубками древостое, при его стихийном развитии без вмешательства человека, свыше половины всего запаса идет в отпад в виде постепенно отмирающих деревьев... Если организовать уход, то можно автоматически взять, не истощая леса, два кубометра там, где без ухода брали только один. К тому же это может приблизить срок главной жатвы на 20—30 лет».

Некоторый интерес представляет опыт рубок ухода в густых сосновых культурах по площадкам, так как ни в «Наставлении по рубкам ухода», ни в научной литературе особенности ухода за такими насаждениями не отражены.

Опытные работы по данной теме проводились в Кададинском учебно-опытном лесхозе Пензенской области. В 1951 г. в культурах, в которых ранее рубки ухода не проводились, было заложено 12 пробных площадей, содержащих 37 секций; возраст культур в начале опыта — 13—27 лет. Насаждения всех пробных площадей созданы посевом и посадкой сосны в площадки размером 1 $м^2$ по методу проф. В. Д. Огиевского; количество площадок на 1 *га* — 1500 шт. Насаждения большинства пробных площадей имеют I бонитет и только на пробных площадях № 1, 4, 5 и 6 бонитет II.

В культурах площадками, особенно созданных посевом семян, густота насаждений обычно бывает избыточной (в возрасте 13—15 лет до 40 сосенок на площадке). Деревья в густых культурах имеют тонкие, чрезмерно вытянутые стволики, слабо и неравномерно развитые высоко посаженные кроны, образующие неглубокий полог с небольшой массой хвои. В результате наблюдается падение прироста в высоту и по диаметру, а деревья сгибаются, ломаются от навала снега и в большом числе засыхают.

Чтобы установить, как влияет густота древостоя на рост культур сосны площадками, пробные площади были разделены на 3—4 секции. Одна из них являлась контрольной, а на остальных проводились руб-

ки ухода различной интенсивности: при слабых рубках удалялось до 15% запаса, при умеренных — 16—25% и при сильных — 26—35%. Повторный перечет деревьев на пробных площадях проводился в 1953 г., а затем (по мере нуждаемости культур в повторных рубках ухода) в 1955 г. на пробных площадях № 9, 10, 12 и 15, в 1956 г. на пробах № 1, 6, 7, 8 и 11 и в 1957 г. на пробах № 2, 4, 5.

Таблица 1

Интенсивность рубки	Прирост								
	по площади сечения			в высоту			по запасу		
	1951—1953	1953—1956	1951—1956	1951—1953	1953—1956	1951—1956	1951—1953	1953—1956	1951—1956
Прочистки (в среднем для четырех пробных площадей)									
Слабая	102	102	102	102	112	107	103	106	104
Умеренная	108	156	119	103	113	109	107	116	112
Сильная	97	201	102	90	130	108	86	131	107
Прореживания (в среднем для восьми пробных площадей)									
Слабая	149	169	149	127	118	121	144	153	147
Умеренная	200	285	185	124	153	137	125	203	153
Сильная	179	269	182	100	143	117	97	158	121

Как известно, запас зависит от суммы площадей сечения и средней высоты древостоя ($M = GHF$), так как видовое число изменяется при рубках ухода незначительно. Изменения суммы площадей сечения и средней высоты культур сосны площадками в среднем для всех пробных площадей показано в табл. 1. Для большей наглядности таксационные показатели отдельных секций приведены в процентах по отношению к контрольным участкам.

Прочистки слабой интенсивности оказали незначительное влияние на рост культур. Прочистки умеренной интенсивности увеличили прирост по площади сечения на 19%, прирост в высоту на 9% и прирост по запасу на 12%, причем это увеличение произошло в основном во второй период после ухода (1953—1956 гг.).

При сильном изреживании древостоев прирост по площади сечения, в высоту и по запасу в первые три года после ухода был меньше, чем на контрольных участках, а затем значительно возрос и превзошел рост культур при умеренном изреживании.

Относительная густота культур II класса возраста значительно больше, и это ухудшает их рост. Следовательно, рубки ухода в этом случае будут в большей степени влиять на рост насаждений. Так, в первые три года после ухода наибольший прирост в высоту и по запасу наблюдался при слабом изреживании, в то время как при сильном изреживании он даже уменьшился. В последующие годы и в целом за весь период исследования лучший рост был при умеренном изреживании культур. По отдельным пробным площадям наблюдаются отклонения от этой закономерности и при одной и той же степени изреживания имеются случаи и улучшения и ухудшения роста (табл. 2). Объясняется это тем, что в насаждениях одного бонитета и возраста прирост по площади сечения, в высоту и по запасу достигает максимальной величины лишь при определенной (оптимальной) густоте. Поэтому рост культур при рубках ухода улучшается в том случае, когда они проводятся в избыточно густых насаждениях, тогда как изреживание оптимально густых, а тем более — низкополнотных насаждений ведет к ухудшению роста. Как известно, редкие древостои слабее реагируют на рубки ухода

Таблица 2

№ пробных площадей	Секция	Число стволов после рубки	Прирост по годам: по площади сечения $м^2$ 1951–1953	по площади сечения $м^2$ 1953–1956	в высоту в $м$ 1951–1953	в высоту в $м$ 1953–1956	по запасу в $м^3$ 1951–1953	по запасу в $м^3$ 1953–1956	общая продуктивность в $м^3$ по годам: 1951	1953	1955–1957
			Прочистки								
5	А	15400	5,5	4,2	1,0	2,0	26,3	32,2	52	78	110
	В	12420	6,2	4,6	0,9	2,1	24,3	36,1	43	68	104
	С	6500	6,4	4,7	0,9	2,0	25.6	34,2	51	77	111
	Д	4600	5,5	4,7	0,8	1,8	18,8	26,0	45	64	90
7	А	6280	6,1	3,1	1,4	1,0	28.7	12,5	41	70	82
	В	4110	5,5	3,0	1,4	1,2	28,5	13,5	42	71	85
	С	3020	5,4	3.5	1,2	1,1	24,4	13,0	40	64	77
8	А	22480	7,1	2,1	1,3	1,0	34,0	27,9	66	100	128
	С	9220	7,7	6,0	1,5	1,2	40,9	42,7	68	110	152
	Д	5740	6,7	6,1	1,3	1,7	34,4	50,5	66	100	151
11	А	9640	6,2	6,0	1,1	1,2	35,8	37,7	84	119	157
	В	7860	7,0	5,9	1,3	1,2	42,0	36,6	86	128	165
	С	6440	8,2	6,8	1,3	1,3	45,0	42,3	86	132	174
			Прореживания								
1	А	14680	2,1	0,5	1,1	0,9	35,4	12,3	134	169	182
	С	6500	4,0	2,9	1,8	1,5	40,0	34,4	139	179	213
	Д	6600	3,4	3,1	1,0	0,9	25,4	20,1	121	146	166
2	А	11850	1,8	5,6	0,9	1,3	35,0	74,6	226	261	335
	С	6640	3,1	6,3	1,3	2,3	36,3	103,0	225	262	364
	Д	5210	3,4	7,1	1,0	2,3	34,7	102,1	228	262	365
4	А	9920	0,8	1,8	1,3	2,5	27.1	56,9	160	187	244
	С	5120	3,4	2,4	1,4	2,8	28,6	64,1	134	163	227
	Д	3540	2,8	4,9	1,2	3,3	22,3	70,9	128	150	221
6	А	7230	1,4	0,7	1,5	1,7	28,1	30,9	181	209	240
	В	3820	2,9	1,5	1,8	1,8	39,8	37,4	182	222	260
9	А	9860	5 3	1,5	1,3	0,9	40,8	17,5	102	141	159
	В	5420	5,6	1,5	1,4	0,9	44,8	17,3	111	156	173
10	А	14340	4,5	0,8	1.2	1,0	33,7	16.4	159	193	209
	В	9860	5,4	1,9	1,3	1,0	41.2	24,2	167	218	242
	С	8680	4,3	3,7	1,3	1,1	41,8	41,2	151	193	234
	Д	6200	3,9	2,1	1,2	1,1	35,7	25,1	164	202	227
12	А	15550	2,5	2,6	0,5	0,3	15,2	10,5	144	159	170
	В	10275	4,1	3,2	0.8	0,5	30,8	25,6	153	184	210
	С	8250	3,4	4,4	0,6	0,4	25,6	30.3	157	183	213
	Д	6675	3,0	3,4	0,6	0,4	19,0	20,9	153	172	193
15	А	9940	3,5	0,8	0,6	0,2	30,4	9,3	160	191	200
	С	6440	6,3	2,0	0,7	0,3	41,8	14,0	170	212	226
	Д	6020	5,7	1,6	0,5	0,5	29,7	15,9	190	220	236

Примечание: А — контроль; В — слабые рубки; С — умеренные рубки; Д — сильные рубки.

чем густые. Поэтому вполне естественно, что отдельные исследователи, работая в различных условиях и в насаждениях различного состава, возраста и густоты (даже при одинаковой степени изреживания), часто получают противоположные результаты.

При чрезмерной густоте сумма площадей сечения увеличивается в меньшей степени, чем в нормальных сосновых насаждениях того же бонитета и возраста (пробы № 1, 4, 6, 2, 10, 15). С уменьшением густоты древостоя до определенного предела прирост по площади сечения значительно возрастает, в связи с чем полнота по секциям выравнивается.

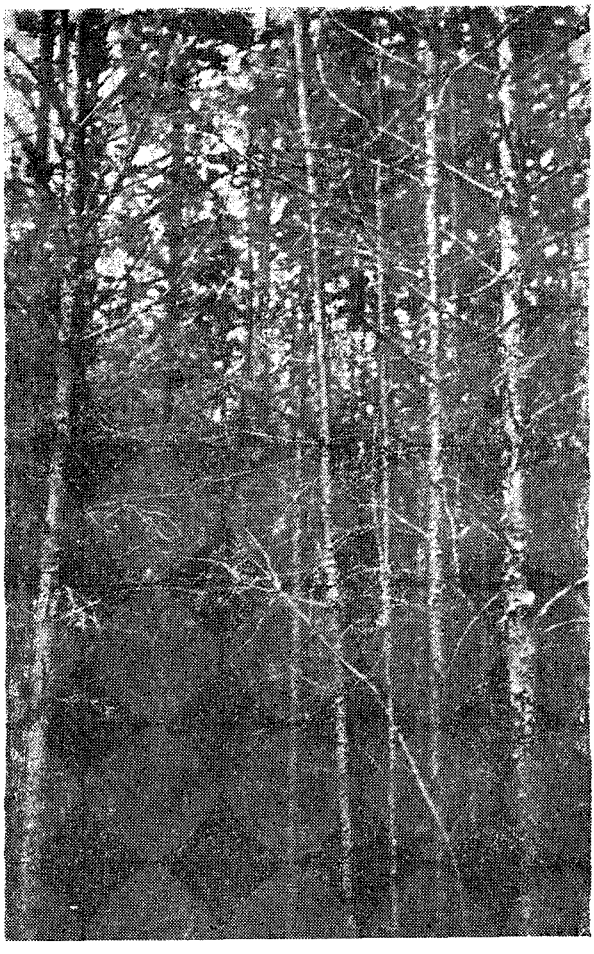


Рис. 1. Культуры сосны по площадкам.
Проба № 12, контрольная секция; возраст 21 год.

Высота культур (см. рис. 1 и 2) также достигает максимальной величины при некоторой средней густоте. На это указывают Я. С. Медведев, Н. С. Нестеров, В. Н. Сукачев, Л. А. Иванов, В. П. Тимофеев и др.

Таким образом, площадь сечения и высота культур определяются оставленной после рубок ухода густотой древостоев и значительно меньше зависят от процента вырубки первоначального запаса.

Влияние густоты (площади питания) на рост культур сосны исследовалось Г. Р. Эйтингеном, П. С. Кондратьевым, А. П. Тольским, Х. М. Исаченко, Н. П. Чардымовым, В. Г. Нестеровым, Е. Д. Годневым. При этом было установлено, что вначале лучше растут густые культуры, а с увеличением возраста рост насаждений выравнивается.

Объясняется это тем, что в первые годы после посадки оптимальная площадь питания была в густых культурах. По мере роста насаждений деревьям требуется бо́льшая площадь питания, и они начинают испытывать недостаток в необходимых для них средствах жизни, а это ведет к снижению прироста. Более редкие посадки, наоборот, в первые годы хуже противостоят неблагоприятным внешним условиям, деревья не полностью используют площадь и поэтому их прирост меньше.

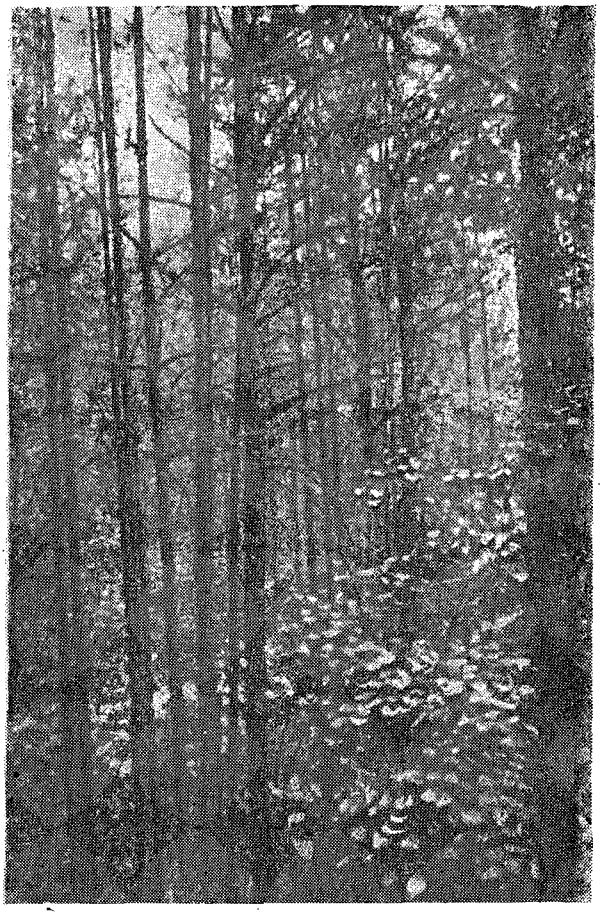


Рис. 2. Культуры сосны по площадкам после слабого изреживания. Проба № 12, возраст 21 год.

В процессе же роста деревья все полнее используют предоставленную им площадь, увеличивая одновременно прирост насаждений и, наконец, наступает момент, когда густота для них становится оптимальной и прирост становится больше, чем в густых посадках.

Таким образом их продуктивности сближаются, и без вмешательства человека редкие культуры возможно будут иметь большую продуктивность, так как у них лучше развиты крона и корни. При вмешательстве же человека, когда посредством рубок ухода насаждение поддерживается все время в оптимальных условиях, рост прореженных до определенной густоты насаждений должен быть и бывает лучше, чем в непрореженных.

При изреживании до определенной густоты культур сосны площадками вместе с увеличением прироста в высоту увеличивается и их продуктивность. При более сильном изреживании (или даже при слабом изреживании негустых насаждений), когда прирост в высоту начинает падать, продуктивность культур по сравнению с контрольными участками уменьшается. В связи с этим представляется возможным по изменению высоты устанавливать бонитет и, следовательно, судить о продук-

тивности насаждений. Под влиянием же рубок ухода бонитет, определенный по высоте древостоя, может повышаться. Так, на пробных площадях № 4 и 8 до проведения рубок ухода в 1951 г. (а на контрольных секциях и в 1957 г.) культуры имели второй бонитет, тогда как на изреженных участках он в 1957 г. стал первым.

Акад. В. Н. Сукачев, характеризуя сосновые леса заповедника Боровое, отмечает, что при загущенности насаждений I—III классов возраста бонитет оказывается заниженным на 1—2 класса.

Таким образом, предоставляя с помощью рубок ухода деревьям необходимую площадь питания, можно значительно улучшить рост и повысить продуктивность культур сосны площадками.

Естественно, что сравнительно небольшой срок наблюдений не дает права делать общие выводы о влиянии мер ухода на продуктивность сосновых насаждений. Однако положительное влияние их на рост культур в рассматриваемом конкретном случае совершенно очевидно. Помимо этого побудительными мотивами к производству рубок ухода в молодых чистых культурах является предотвращение чрезмерной густоты с ее вредными последствиями и подготовка насаждения к повышению продуктивности в более позднем возрасте (лучше сформировать крону, развить корневую систему). Для выполнения же этих задач необходимо изреживать насаждения до меньшей густоты, чем это требуется для повышения продуктивности.

При слабой рубке насаждение остается излишне густым, с большим количеством плохо развитых деревьев; на кронах задерживается снег, под действием которого они изгибаются. Необходимость более сильных изреживаний вызывается также тем, что кроны деревьев способны к развитию только в молодости, поэтому уже при прочистках им необходимо предоставить достаточное пространство.

Нет основания опасаться распространения травянистой растительности даже при сильном изреживании древостоев, так как имеющаяся в таких культурах примесь мягколиственных и подлесочных пород с улучшением освещения после рубок ухода дает обильную поросль, которая и предохраняет почву от задернения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Е. Д. Годнев. Густота культур как фактор устойчивости. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1957. [2]. Л. А. Иванов. Свет и влага в жизни наших древесных пород. Изд. АН СССР, М., 1946. [3]. Х. М. Исаченко. Вопросы первоначальной густоты культур. Журн. «Лесное хозяйство» № 6, 1949. [4]. П. С. Кондратьев. Влияние густоты посадки на рост сосновых насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 12, 1939. [5]. Я. С. Медведев. Опыт исследования гущины леса. «Лесной журнал» вып. 4—5, 1910. [6]. В. Г. Нестеров. Итоги лесокультурного дела за столетие с обоснованием проекта типов лесных культур для Бузулукского бора. Сб. «Бузулукский бор», т. 1, Гослесбумиздат, М.-Л., 1949. [7]. Н. С. Нестеров. Очерки по лесоведению. Гослестехиздат, М.-Л., 1933. [8]. В. Н. Сукачев. Руководство к исследованию типов лесов. Гослесбумиздат, 1950. [9]. М. Е. Ткаченко. Переворот в применении древесины и задачи реконструкции лесного хозяйства. Журн. «Лес» № 1—2, 1945. [10]. В. П. Тимофеев. Густота и ярусность лесных насаждений как условие их продуктивности. Сб. Института леса АН СССР «Достижения науки в лесном хозяйстве СССР за 40 лет». Гослесбумиздат, М.-Л., 1957. [11]. Н. П. Чардымов. Чистые сосновые культуры на дюнных песках Бузулукского бора. Сб. «Бузулукский бор», т. 1, Гослесбумиздат, М.-Л., 1949. [12]. Г. Р. Эйтинген. Влияние густоты древостоя на рост насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 6—8, СПб. 1918.

Поступила в редакцию
8 апреля 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ОСОБЕННОСТИ РОСТА НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В УСЛОВИХ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ АМУ-ДАРЬИ И ИХ РОЛЬ В СОЗДАНИИ ИРРИГАЦИОННЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

В. М. ШИРЯЕВА
Инженер
(Ленинград)

В связи с расширением ирригационного строительства в Туркмении и в особенности в связи со строительством Большого Кара-Кумского канала, остро встал вопрос об облесении отвоеванных у пустыни земель и в первую очередь — новой оросительной сети.

Для успешного облесения зоны Большого Кара-Кумского канала необходимо использовать опыт выращивания лесных культур в Туркменских оазисах. С этой целью в течение двух вегетационных периодов в Чарджоуской области (Средняя Аму-Дарья) проводилось изучение некоторых биологических особенностей произрастающих там шелковицы белой, айланта, тополей черного, пирамидального и тополя Боллеана, входящих в ассортимент пород, рекомендуемых для облесения Большого Кара-Кумского канала.

Приводим краткую характеристику природных условий Чарджоуской области.

Климат континентальный и сухой. Продолжительность вегетационного периода около 200 дней. Среднесуточная температура за этот период выше +14° С. Число дней со среднесуточной температурой выше +20° С — 150. Безморозный период 226—228 дней. Относительная влажность воздуха в среднем за год колеблется в пределах от 40 до 60%. Минимальных величин она достигает в июле-августе (до 30—20%). Облачность очень незначительна. Годовое количество атмосферных осадков — 100—150 *мм*. За вегетационный период осадков выпадает в среднем от 10 до 25 *мм* при испаряемости за это время около 750 *мм*, то есть в 30—75 раз большей. При таких условиях культурные растения без полива существовать не могут.

Почвы района отличаются большой пятнистостью. Нередко на участке в 1—2 *га* встречаются несколько почвенных разностей. Мощность почвенного покрова к руслу реки местами уменьшается до 10—20 *см*. Подстилающей породой по всей долине Аму-Дарьи является серый речной песок. Наряду с нормальными незасоленными культурно-поливными встречаются почвы, засоленные хлоридами в различной степени. Грунтовые воды сильно минерализованы и залегают в вегетационный период на глубине 1—2 *м*.

В процессе изучения особенностей выбранных нами древесных пород были обследованы рядовые посадки вдоль арыков и искусственные лесонасаждения Дейнауского лесхоза, а также насаждения в пяти колхозах Чарджоуской области.

Обследование производилось по общей методике комплексных полевых геоботанических исследований лесов с использованием метода пробных площадей.

Шелковица белая. В Чарджоуской области эта порода широко распространена. Разводится она, главным образом, с целью получения листвы. Поэтому почти все деревья безвершинны и имеют небольшую высоту (5—10 *м*).

Некоторые авторы (А. И. Федоров [4], Н. Ф. Созыкин [3]) считают шелковицу белую медленно растущей породой. По-видимому, они имеют в виду шелковицу, эксплуатируемую на листву.

Обрезка ветвей в значительной мере снижает прирост дерева. По нашим наблюдениям, в парке г. Чарджоу неэксплуатируемые экземпляры шелковицы белой достигают в 20-летнем возрасте высоты 18—19 *м* и диаметра на уровне груди 40 *см*. Деревья же, эксплуатируемые на листву, в возрасте 20—30 лет не превышают 10 *м* и диаметр их равняется 18—20 *см*.

Во всех обследованных посадках лучший рост шелковицы белой наблюдается на относительно мощных (70—100 *см*) суглинистых почвах, которые нагреваются меньше супесчаных и лучше сохраняют влагу.

Как показал анализ, при одной норме полива влажность суглинистой почвы под посадками на 10-й день после полива на глубине 30—40 *см* была 10,7%, супесчаной — 6,3%, а мелкой супесчаной почвы (на глубине 15—20 *см*) не более 3,5—4%. В последнем случае задержка с поливами приводит к гибели деревьев, поэтому не следует проектировать культуры на участках, где почвенный слой меньше 20—25 *см*.

Шелковица относится к солеустойчивым породам и по нашим наблюдениям успешно произрастает при содержании в почве хлора в количестве 0,15—0,18%; клен ясенелистный, акация белая, айлант при такой засоленности почвы гибнут. Для того чтобы вырастить полноценные тутовые насаждения, необходимо соблюдать правильный поливной режим, несмотря на засухоустойчивость шелковицы. О влиянии нормы поливов на рост шелковицы белой можно судить по данным табл. 1.

Таблица 1

Норма полива $м^3/га$	Высота в *м*	Диаметр в *см*		Вес листьев всей кроны в *кг*	Вес сучьев в *кг*	Вес ствола без сучьев в *кг*
		у корня шейки	на высоте H—1,3 *м*			
600—700 $м^3/га$ 1 раз в 10—15 дней	9,3	16,5	10,5	5	13	54
200—300 $м^3/га$ 1 раз в 10—15 дней	6,5	9	6,3	3,1	4,5	11,2

Примечание: Условия местопроизрастания одинаковые. Возраст шелковицы — 10 лет. Полив производился два раза в месяц.

При посадке шелковицы белой вдоль оросительных каналов вопрос о поливе отпадает. В зоне фильтрации арычных вод (6—8 *м* от бровки канала) влажность почвы по нашим наблюдениям была в июне—июле

14—18%, что вполне достаточно для нормального роста древесной растительности.

Для полезащитного лесоразведения немаловажное значение имеет способность древесных пород возобновляться под материнским пологом. Естественное возобновление шелковицы белой, произрастающей в Туркмении, еще не нашло отражения в лесоводственной литературе. В результате наших наблюдений выяснилось, что шелковица белая, неэксплуатируемая на листву, в поливных насаждениях успешно возобновляется под древесным пологом, причем подрост в значительной степени теневынослив. В Дейнауском лесхозе в двенадцатилетних культурах состава 9 акации белой 1 шелковица белая с сомкнутостью крон 0,8 наблюдался подрост шелковицы от 1 до 4 лет в количестве 5—7 шт. на 10 $м^2$. Подрост в основном встречался биогруппами в местах с достаточным увлажнением почвы. По нашим наблюдениям, шелковица белая начинает плодоносить в насаждении с 7—8 лет. В посадках вдоль оросительных каналов самосева и подроста не наблюдалось. Это объясняется неблагоприятными условиями для прорастания семян (перегретая сухая почва откосов канала).

В литературе (А. И. Федоров [4], Э. Э. Керн [2]) шелковица белая характеризуется как порода с хорошо выраженным стержневым корнем.

Наши исследования показали, что в орошаемых условиях Средней Аму-Дарьи шелковица формирует корневую систему поверхностного типа. Основная масса корней расположена в верхних горизонтах почвы (на глубине 20—60 *см*). Стержневой корень заметен только в первые годы жизни шелковицы (1—4 года). Для шелковицы характерны сильная ветвистость корней и небольшой радиус их распространения (4—5 *м* в десятилетнем возрасте). Благодаря такой компактности корневой системы возможны сравнительно густые посадки деревьев (в 10—15 лет на 1 *га* — 1500—2000 деревьев). Густые насаждения желательны для Чарджоуской области, так как они предохраняют почву от иссушения и задернения. Корневая система шелковицы белой в молодом возрасте весьма пластична и сильно реагирует на изменение водного режима почвы. Шелковица способна давать придаточные корни, что является ценным свойством при разведении ее вдоль оросительных каналов и на границе оазисов с пустыней.

Из вышеописанного явствует, что шелковица белая в условиях Чарджоуской области является быстрорастущей неприхотливой породой, обладающей целым рядом ценных лесоводственных свойств. Она должна стать одной из главных древесных пород в посадках вдоль оросительных каналов на вновь осваиваемых землях, а также в поливных насаждениях Туркмении.

Айлант. Литература по айланту очень бедна и в большинстве случаев ограничивается краткими справочными сведениями. Ввиду того, что айлант включен в число древесных пород, рекомендуемых для облесения Большого Кара-Кумского канала, назрела необходимость более подробного изучения его биологических особенностей.

В результате наших исследований получены некоторые данные об особенностях роста айланта, произрастающего в Чарджоуской области.

Айлант является распространенной породой в орошаемых районах Средней Аму-Дарьи. В первые годы жизни при орошении он растет исключительно быстро, не уступая по энергии роста даже тополям. В посадках вдоль оросительных каналов ежегодный прирост айланта по высоте равен 1—1,5 *м*. В Дейнауском лесхозе трехлетние айланты, растущие вдоль постоянно действующих арыков, имеют высоту 4—4,5 *м*. В пятилетнем возрасте айлант на арыках нередко достигает высоты 7 *м*,

а в 18—20 лет — 15—16 *м*. В поливных насаждениях айлант растет медленнее. В пятилетнем возрасте высота айланта в насаждении — 3—4 *м*, в 12 лет — 8—10 *м*.

В насаждении при нормальном поливе (2—3 раза в месяц — 700 $м^3/га$) средний прирост айланта по диаметру равен 1—1,2 *см*, а в посадках вдоль оросительных каналов с постоянным током воды нередко достигает 2 *см*. В Дейнауском лесхозе имеются 16-летние айланты, произрастающие у оросительного канала, диаметр которых на высоте груди равен 30—32 *см*. Крона айлантов, выросших в аллейных посадках, к 15—20 годам достигает очень больших размеров. Наблюдались 20-летние айланты с проекцией крон 12 × 14 *м*. Такие сильно развитые кроны являются хорошей защитой оросительных каналов от иссушающего действия солнца.

Айлант является относительно засухоустойчивой породой, легко переносит перебои с поливами.

Солевыносливость айланта меньше, чем шелковицы. По нашим наблюдениям, айлант хорошо переносит слабое хлоридное засоление почвы при содержании в водной вытяжке хлора не более 0,10%. При содержании хлора 0,13—0,14% айлант начинает усыхать, а при количестве хлора 0,18% — погибает.

Небольшое сульфатное засоление почвы (0,087%) айлант переносит легко; более же высокого содержания SO_4 в обследованных нами посадках не встречалось.

Наши исследования показали, что айлант является одной из древесных пород, которые хорошо возобновляются под своим пологом. В аллейных посадках он начинает плодоносить с 6—7 лет. В отличие от шелковицы, под пологом однорядных посадок айланта вдоль оросительных каналов повсюду наблюдался подрост и самосев последнего. Подрост наблюдался как вегетативного, так и семенного происхождения.

Самосев и подрост айланта встречался также во всех обследованных насаждениях, в состав которых, хотя бы единично, входит айлант. В насаждениях колхоза им. Кирова Чарджоуской области на рыхлых и достаточно увлажненных почвах количество самосева достигало 70—80 шт. на 1 $м^2$.

В Чарджоуской области возобновление айланта корневыми отпрысками очень распространено. Как показали наблюдения, их количество резко увеличивается при поранении корней. Однако при облесении магистральных, головных и крупных распределительных каналов опасность засорения прилегающих полей отсутствует, так как корневые отпрыски айланта, по нашим наблюдениям, возникают в основном вдоль склонов каналов (вследствие расположения корней вдоль бровки канала). Создавая аллейные посадки айланта вдоль оросительных каналов, мы обеспечим закрепление откосов.

Корневая система айланта, также как и у шелковицы, поверхностного типа. Основная масса корней расположена в почвенном слое мощностью 40—60 *см*, они очень слабо ветвятся, стержневой корень отсутствует.

Айлант лучше всего использовать для облесения оросительных систем. При облесении постоянно действующих оросительных каналов посадку деревьев можно производить несколькими рядами, но с таким расчетом, чтобы посадочные ряды не выходили из зоны фильтрации арычных вод (6—8 *м* от бровки канала).

Тополь черный и тополь Боллеана. Опыт создания поливных насаждений и аллейных посадок вдоль оросительной сети выявил нецелесообразность разведения тополей в условиях Средней Аму-Дарьи. Во всех об-

следованных посадках наблюдалось усыхание и отмирание тополей в возрасте 12—16 лет. При этом замечено, что тополь черный начинает суховершинить раньше (10—12 лет), чем тополь Боллеана (14—15 лет).

Усыхание тополей, как показали наблюдения, происходит независимо от условий водоснабжения, хотя надо отметить, что на более сухих почвах отмирание наступает раньше (8—10 лет). Однако причина отмирания тополей в раннем возрасте в районах Средней Аму-Дарьи пока еще остается невыясненной.

Ценным свойством тополя Боллеана является его значительная солевыносливость. По Дробову [1] предел содержания хлора в водных вытяжках из почвы для многих древесных пород равен 0,2%. По нашим наблюдениям, тополь Боллеана успешно переносит содержание хлора в водных вытяжках из почвы в количестве 0,32—0,33%.

Как показали раскопки, в условиях хорошего увлажнения тополя развивают корневую систему поверхностного типа. Корни залегают на очень небольшой глубине — 20—30 *см* от поверхности и очень слабо ветвятся. Радиус распространения корней в 15-летнем возрасте составляет 16—18 *м*.

Тополь черный и тополь Боллеана являются быстрорастущими породами. В 10-летнем возрасте тополь, произрастающий в Чарджоуской области в условиях хорошего водоснабжения (вдоль оросительных каналов) на суглинистой слабозасоленной почве, достигает высоты 11—12 *м*.

Опытами установлено, что на рост тополей в Чарджоуской области оказывает влияние, главным образом, влажность почвы.

Энергия роста тополей резко снижается уже при незначительном ухудшении режима влажности почвы. Так, например, тополя, выросшие на оросительном канале с непостоянным током воды, имеют в 10-летнем возрасте высоту всего 4—5 *м*. Отсюда следует, что тополя лучше всего высаживать вдоль оросительных каналов с постоянным током воды.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. П. Дробов. Подбор ассортимента древесных и кустарниковых пород для засоленных почв Голодной степи. Труды Узбекской АН ССР. Вып. 5. 1942. [2]. Э. Э. Керн. Тутовое дерево. Изд-во института растениеводства. Л., 1932. [3]. Н. Ф. Созыкин. Опыт поливного лесоводства. Гослесбумиздат, 1953. [4]. А. И. Федоров. Тутоводство. Учебное пособие для факультетов шелководства высших сельскохозяйственных вузов. М., 1947.

Поступила в редакцию
11 августа 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБОК В СОСНЯКАХ УДМУРТСКОЙ АССР

Н. В. НАПАЛКОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Татарская лесная опытная станция)

Возобновление концентрированных вырубок имеет исключительно важное значение для лесного хозяйства. По этому вопросу опубликовано немало ценных научных работ Н. Е. Декатовым, И. С. Мелеховым, А. А. Молчановым, Б. П. Колесниковым, А. В. Побединским, В. П. Тимофеевым, А. П. Шиманюком и многими другими авторами.

Татарская лесная опытная станция под руководством и по методике ВНИИЛМ проводила исследования возобновления на концентрированных вырубках в лесах южной таежной зоны Марийской и Удмуртской АССР.

Результаты этих исследований были опубликованы в сборниках трудов ТатЛОС: по соснякам Марийской АССР Г. Г. Мгебровым (1957 г.) и по ельникам Удмуртской АССР Н. В. Напалковым (1958 г.).

Изучение особенностей естественного возобновления концентрированных вырубок в сосняках Удмуртии проводилось нами в 1958 г. в лесхозах Сарапульском (юго-восточная часть республики по левобережью Камы) и Валамазском (северо-западная часть).

В сборе и обработке материалов по данной теме кроме автора принимала участие ст. лаборант ТатЛОС И. А. Волик. За время работ было рекогносцировочно обследовано 2211 *га* сосновых концентрированных вырубок 2—13-летней давности. Для детального учета естественного возобновления на лесосеках различного возраста в трех главнейших типах леса было заложено 26 пробных площадей. На этих пробах подсчитывалось количество молодняка хвойных и лиственных пород, а также подлеска, описывались состояние и состав напочвенного покрова и почвенно-грунтовые условия, учитывались сохранность семенников сосны, время и способ заготовки и трелевки.

В Сарапульском лесхозе общей площадью 60,9 тыс. *га* сосновые насаждения занимают 17,7 тыс. *га*; кроме того, часть боровых почв покрыта осинниками и березняками. Из общей площади сосняков на долю сосняков брусничниковых приходится 42% площади, липовых — 31%, кисличниковых — 14,5%, черничниковых — 9,5%. По данным лесоустройства 1954 г. на территории лесхоза имелось 5,3 тыс. *га* непокрытых лесом площадей, одна треть которых принадлежала соснякам брусничниковым, черничниковым, травяным и кисличниковым.

В Валамазском лесхозе общей площадью 132,8 тыс. *га* сосновые древостои занимают 18,1 тыс. *га*. Преобладающими типами леса являются сосняк брусничниковый (54,5% их площади) и сосняк черничниковый (20,5%). Остальные типы сосняков (кисличниковый, липовый, лишайниковый, багульниковый, травяной, сфагновый и долгомошниковый) занимают лишь небольшие по площади участки, вкрапленные среди насаждений первых двух типов.

По данным лесоустройства на 1955 г. непокрытая лесом площадь составляет 4,3 тыс. *га*. Площадь сосняков за этот период уменьшилась на 16%.

Площадь невозобновившихся вырубок возрастает с каждым годом. Это связано с тем, что рубки главного пользования проводятся нерегулярно без соблюдения сроков примыкания лесосек. При этом вследствие отсутствия мер содействия естественному возобновлению или формального проведения их хвойный подрост часто не сохраняется, отчего происходит быстрое задернение лесосек.

Значение предварительного возобновления концентрированных вырубок и максимальное сохранение хвойного подроста, там где он имеется, бесспорно.

В сосняках липовых Удмуртской АССР сосновый подрост отсутствует, а еловый встречается в незначительном количестве и в большинстве уничтожается при валке и трелевке леса. При зимней трелевке сохранность его не превышает 100—300 шт. на 1 *га*, что, несомненно, не может иметь никакого практического значения.

В сосняках зеленомошниково-брусничниковых благонадежный сосновый подрост имеется лишь в «окнах» материнского полога в изреженных до полноты 0,5—0,6 древостоях. Встречается также единичный и групповой подрост ели. Иногда количество сосново-елового подроста в изреженных древостоях достигает 3—4 тыс. шт. на 1 *га*, но он почти полностью беспощадно уничтожается при бессистемной трелевке леса с кронами.

Обычно на пробных площадях сохранившийся еловый подрост возник за 5—12 лет до рубки и имел вполне жизнеспособный вид даже на песчаных почвах.

Во влажных борах сосновый подрост обычно отсутствует, но нередко имеется вполне благонадежный подрост ели (до 2—3 тыс. шт. на 1 *га*), частично сохраняющийся при зимней трелевке, но в большинстве уничтожаемый при сжигании порубочных остатков. Возраст вполне жизнеспособного елового подроста на пробах на 2—17 лет превышал возраст лесосек. Наблюдения на пробных площадях показывают, что наибольшее количество соснового самосева имеется на расстоянии 10—50 *м* от стен материнского насаждения, а ближе 10 *м* самосев обычно отсутствует. В сосняках брусничниковых и липовых самосев сосны встречается не далее 100—200 *м*. Следовательно, нельзя надеяться на последующее естественное возобновление от стен леса при вырубке целого квартала за 2—4 года.

В последние годы в лесхозах Удмуртии при отводе лесосек оставляют 20—25 одиночных (реже группами) сосновых семенников, обычно I—II, а иногда III классов роста. Однако, как показало наше обследование, в большинстве случаев при механизированной валке леса часть этих семенников подвергается поломке и срубке, другие нередко сильно повреждаются тракторами при трелевке, получают механические повреждения коры ствола, поверхностных корней, а также ожоги корневых лап, ствола и даже ветвей при сжигании куч порубочных остатков или при нередко возникающем сплошном пале.

За последние годы в хвойных древостоях Удмуртской АССР создалось исключительно неблагополучное положение с очисткой мест рубок.

Широко практикуемая в настоящее время тракторная трелевка деревьев с кронами приводит к очень сильному захламлению вырубок порубочными остатками. В зимнее время очистка почти не проводится (так было в 1957 и 1958 гг.). Весенняя очистка лесосек производится не полностью. Остаются совершенно неочищенные лесосеки 2—3 летней давности.

Таблица 1

Состояние очистки сосновых концентрированных вырубок последнего десятилетия по типам леса в Сарапульском и Валамазском лесхозах Удмуртской АССР

Тип леса	Единицы измерения	Неочищено	Очищено неудовлетворительно; захламленность			Охвачено сплошным палом	Очищено удовлетворительно	Итого
			сильная	средняя	слабая			
Сосняки липовые	шт.	4	9	11	4	6	6	40
	га	100	78	98	122	309	244	951
	%	10,5	8,2	10,3	12,8	32,5	25,7	100
Сосняки брусничниковые	шт.	5	1	7	4	4	19	40
	га	99	29	174	87	131	558	1078
	%	9,1	2,7	16,3	8,1	12,2	51,6	100
Сосняки черничниковые	шт.	1	—	5	—	—	—	6
	га	35	—	147	—	—	—	182
	%	19,5	0	80,5	0	0	0	100
Всего по трем типам	шт.	10	10	23	8	10	25	86
	га	234	107	419	209	440	802	2211
		10,6	4,8	18,9	9,4	20,0	36,3	100

Примечание: Для каждого типа леса в первой строчке указано число обследованных вырубок, во второй и третьей — их площадь в *га* и в % от общей площади.

Приведенные цифры показывают, что из 2211 *га* обследованных нами в течение лета 1958 г. лесосек совершенно не подвергалось очистке 10,6% площади, причем сюда входили вырубки последних трех лет. Неудовлетворительно очищена 1/3 площади вырубок исключительно последнего пятилетия. Сильная и средняя захламленность порубочными остатками (от 20 до 40 $м^3$ на 1 *га*) имеется на площади, составляющей 23,7% всей территории обследованных лесосек. При огневой очистке лесосек нередко возникали сплошные палы, охватившие 20,0% обследованной нами площади.

Захламленность мест рубок создает весьма серьезную пожарную опасность (особенно в сосняках брусничниковых), а также в ряде случаев непреодолимое препятствие механизации лесокультурных работ на таких вырубках. Сплошные же палы уничтожают остатки «чудом» уцелевшего после бессистемной трелевки хвойного подроста и запасы хвойных семян в лесной подстилке, и кроме того, как мы уже отмечали, обжигают оставленные семенники.

Перечисленные выше факторы, а также все прогрессирующее заселение площадей хрущем препятствует естественному возобновлению сосны на концентрированных вырубках в Удмуртской АССР.

Таблица 2

Состояние естественного возобновления сосновых концентрированных вырубок Сарапульского и Валамазского лесхозов по типам леса

Тип леса	Площадь	Возобновилось сосной удовлетворительно	Возобновление лиственными породами			Совершенно не возобновилось	Итого
			неудовлетворительно с полнотой 0,1—0,5	удовлетворительно с полнотой 0,6—0,8	хорошо с полнотой 0,9—1,0		
Сосняки липовые	*га*	—	614	92	27	218	951
	в % от обследованной площади	0	64,5	9,5	3	23	100
Сосняки брусничники	*га*	204	631	90	—	153	1078
	в % от обследованной площади	19,0	58,3	8,3	0	14,2	100
Сосняки черничники	*га*	—	82	—	—	100	182
	в % от обследованной площади	0	45	0	0	55	100
Итого по трем типам	*га*	204	1327	182	27	471	2211
	в % от обследованной площади	9,3	60,0	8,2	1,2	21,3	100

Приведенные в табл. 2 цифры показывают, что из 2211 *га* обследованных сосновых лесосек удовлетворительно возобновилось материнской породой лишь 9,3%, преимущественно старше 10 лет. 21,3% всей площади вырубок совершенно не возобновились и представляют собой огромные, безнадежные для естественного возобновления пустыри. Кроме того, 60% площади возобновилось неудовлетворительно.

Таким образом, из 2211 *га* вырубок подлежит обязательному закультивированию хвойными породами более 81% площади лесосек первого и второго пятилетия после рубки.

Рассмотрим кратко, как протекают процессы естественного возобновления в различных типах сосняков.

В сосняках липовых уже на второй-третий год после рубки начинается сильное задернение почвы. В почвенном покрове с первого-второго года разрастаются злаки, ветренница, звездчатка, но еще сохраняются сныть, медуница, земляника и зеленые мхи. На третий-четвертый год злаковое задернение значительно усиливается, появляется местами кипрей и разрастается земляника.

Как видим, естественное возобновление хвойных пород в сложных борах Удмуртии почти совершенно исключено и происходит полная смена сосны на малоценные лиственные породы. В лучшем случае, при сохранении некоторых семенников, имеется не более 300—600 шт. сосновых всходов на 1 *га*, появляющихся не позднее второго-третьего года после рубки, то есть до сильного задернения вырубок. Возможны единичные всходы ели. Из лиственных пород в большинстве случаев преобладает порослевая или семенная осина в количестве от 2 до 10 тыс. шт. на 1 *га*, на 4—5-летних вырубках. Возобновляется осина обычно на первый-второй, реже на третий год после рубки. Иногда преобладает возобновление липы, дающей обильную поросль от пней также в первый — второй годы. Количество порослевых групп колебалось от 0,2 до 5,6 тыс. шт. на 1 *га*, так как поросль дают и срубленные деревья, и сруб-

ленный подлесок. Кроме этих пород имеется семенное возобновление березы в количестве от 300 до 800 шт. на 1 *га*, появляющееся тоже в первые два года после рубки. Как видно из табл. 2, 77% площади вырубок возобновилось только лиственными породами, а 23% представляют пустыри.

В сосняках липовых возможность предварительного возобновления исключена из-за отсутствия соснового подроста под пологом материнского насаждения, а последующее обсеменение вырубок невозможно из-за отдаленности стен леса, высокой ветровальности семенников и быстрого задернения вырубок. Проведенные нами опытные посевы сосны в сложных борах позволяют ориентироваться на посев семян сосны в плужные тракторные или конные борозды глубиной до 15 *см*, почти полностью исключающие в первые два года опасность задернения посевов и обеспечивающие сохранение постоянного достаточного увлажнения поверхностных горизонтов почвы под бороздами (при условии проведения борозд с востока на запад), удовлетворительную грунтовую всхожесть сосновых семян и сохранность всходов при минимальной потребности в уходах (не более одного раза за лето во второй и третий годы после посева). Норма высева семян сосны на 1 *пог. м* борозды 0,3—0,5 *г* при расстоянии между бороздами 1,5—2,5 *м*, а на 1 *га* — 2 *кг*. При невозможности механизации вспашки борозд, подготовку почвы следует производить вручную короткими бороздками длиной 2—3 *м*, глубиной 15 *см*, с полным отвалом дернины на южную сторону бороздки для затенения всходов, при той же норме высева. Можно также подготавливать площадки размером 1 $м^2$ в количестве 2,5 тыс. шт. на 1 *га* с полным удалением подстилки и рыхлением почвы на глубину 5—6 *см*. Норма высева семян сосны 80—100 шт., (0,5—0,6 *г*) на площадку или 1,3—1,5 *кг* на 1 *га*. Во всех случаях обязательна заделка семян. Уходы за посевами следует производить в первый год не более одного раза и то в случае необходимости, во второй и третий годы по 1—2 раза в зависимости от задернения, совмещая прополку с неглубоким рыхлением почвы.

В сосняках зеленомошниково-брусничниковых при зимней трелевке поранение лесной подстилки наблюдается очень редко и не превышает 5% поверхности, а при летней оно достигает 10%. Эти места механического поранения на третий-четвертый годы зарастают травянистой растительностью. Со второго года начинается разрастание злаков и земляники, несколько уменьшается наличие брусники и зеленых мхов, местами (преимущественно по огневищам) появляется кипрей. Подлесок на вырубках (состоящий из ракитника, можжевельника, рябины, одиночно ивы и жимолости) не превышает 3,5 тыс. шт. на 1 *га* и не создает препятствий появлению и росту самосева хвойных.

Возобновлению хвойных препятствует злаковое задернение, резкое ухудшение микроклиматических условий, сопровождающееся иссушением поверхностных горизонтов и выгоранием всходов и, наконец — повреждение, вывал и усыхание семенников сосны. Лишь там, где сохранилось хотя бы немного семенников, встречается сосновый самосев, но количество его не превышает 1,0 тыс. шт. на 1 *га*. В достаточном количестве, от 3,5 до 6,0 тыс. шт. на 1 *га*, сосновый самосев встречается лишь на вырубках третьего пятилетия, там, где производилась ручная заготовка и конная трелевка. Самосев ели совершенно отсутствует. Из лиственных пород преобладает осина, возобновляющаяся семенами преимущественно в первый-второй год после рубки и не позднее задернения лесосек, то есть до третьего-четвертого года. Количество осинового молодняка колеблется от 0,5 до 11,0 тыс. шт. на 1 *га*. Береза встречается

реже и в меньшем количестве, не более 1,5 тыс. шт. на 1 *га*. Появляется она вследствие налета семян также преимущественно в первый-второй год после рубки и только до задернения лесосек.

На вырубках этого типа 14,2% площади представляют пустыри. Удовлетворительно возобновилось сосной лишь 19% площади вырубок третьего и частично второго пятилетия, на остальной площади произошла смена пород в большинстве с недостаточной сомкнутостью полога. Существованию соснового самосева и культурам в свежих борах, еще в большей степени, чем в сложных, угрожает увеличение площадей очагов майского хруща.

В сомкнутых свежих борах предварительное возобновление исключено из-за отсутствия благонадежного соснового подроста. При рубке же изреженных (до полноты 0,5—0,6) насаждений, где имеется благонадежный подрост сосны и ели, должны быть приняты меры к максимальному его сохранению, для чего заготовку леса следует производить по методу, разработанному Скородумским леспромхозом Свердлеса. Последующее естественное возобновление сосны может быть частично обеспечено оставлением групп семенников I—II классов роста, из расчета 4—5 групп на 1 *га*, по 5 деревьев каждая, или семенных куртин по 0,2 *га* квадратной конфигурации с расстоянием между ними 200—250 *м*. Одновременно с оставлением семенных групп и куртин надлежит производить минерализацию поверхности почвы бороздами или полосами при помощи рыхлящих и покровосдирающих орудий таким образом, чтобы минерализованная поверхность вместе с трелевочными волоками и огневищами составляла не менее 35% общей площади лесосеки. При отсутствии плодоношения семенников в первые два года после рубки следует производить ручной подсев семян сосны (с обязательной мелкой заделкой) в минерализованную почву.

В тех случаях, когда семенники не оставляются или происходит их массовая гибель или повреждение, следует не позднее второго года после рубки производить искусственное возобновление. В этом типе леса также возможен посев семян сосны в плужные борозды глубиной 15 *см*. При невозможности механической подготовки почвы или при наличии сохранившегося благонадежного соснового и елового подроста следует производить посев семян сосны в площадки 1 $м^2$, со снятием дернины, без дополнительного рыхления почвы, но с обязательной заделкой семян граблями. Расстояние между центрами площадок 2×2 *м*, норма высева на площадку 0,5 *г*, или 1,3 *кг* на 1 *га*. Посадку сосны следует производить или в те же борозды, или в площадки $0{,}7 \times 0{,}7$ *м* двухлетними стандартными сеянцами, по 3 шт. на площадку. Количество площадок 3—4 тыс. на 1 *га*, с равномерным размещением по площади вырубки. При наличии сохранившегося подроста следует производить частичные культуры посевом и посадкой в площадки.

В сосняках-черничниках после зимней трелевки поранения подстилки не наблюдается. Сильное задернение почвы наступает на третий-четвертый год после рубки. Черника сохраняется на вырубках первые 2—3 года, а затем площадь распространения ее сильно сокращается или она совершенно выпадает из состава напочвенного покрова. Со второго-третьего года разрастаются злаки и кипрей, а на повышениях земляника; сохраняются брусника и (в микропонижениях) кукушкин лен. Подлесок на вырубках средней густоты или редкий, в количестве от 0,2 до 0,5 тыс. шт. 1 *га*, представлен рябиной, ракитником, ивой и реже бересклетом бородавчатым. Основным препятствием к естественному возобновлению вырубок в сосняках черничниковых является наличие мощной подстилки и быстрое задернение почвы.

Подрост сосны отсутствует, но изредка сохраняется жизнеспособный подрост ели в количестве до 400 шт. на 1 *га*, возникший за 3—17 лет до рубки. При наличии близких стен леса или семенных куртин возможно появление самосева в первые два года после рубки до наступления задернения. Но количество самосева колеблется от 200 до 700 шт. на 1 *га*, и следовательно, не обеспечивает естественного возобновления вырубок. Возможен и еловый самосев, появившийся в год рубки от семян, опавших с материнского древостоя.

Из лиственных пород в возобновлении участвуют осина и береза. Семенная осина появляется преимущественно на первый-второй год после рубки и ее количество колеблется от 0,1 до 7 тыс. на *га*. Самосев березы также появляется на первый-второй год и до задернения. Количество его на 4—5-летних вырубках колеблется от 0,3 до 2,2 тыс. шт. на 1 *га*.

Таким образом и в сосняках-черничниках происходит смена сосны на осиново-березовые насаждения с единичной примесью сосны. Из 182 *га* обследованной площади 55% представляют пустыри, а 45% площади возобновляется лиственными породами с сомкнутостью полога не более 0,2.

Предварительное возобновление сосны во влажных борах исключено из-за отсутствия подроста под пологом. Последующее возобновление сосны должно производиться только искусственным путем (посевом или посадкой) не позднее второго года после рубки. На более повышенных участках рельефа посев сосны следует производить в площадки размером 1 $м^2$ в количестве 2,5 тыс. шт. на 1 *га*, с полным удалением дернины и рыхлением поверхностного горизонта на 5—6 *см*. Там, где возможна механизация подготовки почвы, сеять надо в плужные борозды глубиной 15 *см*. Расстояние между бороздами 1,5—2 *м*.

На пониженных участках посев производить лучше в отваленные, перевернутые пласты дернины на площадках, а также в отваленные и плотно прижатые к почве пласты борозд в целях предупреждения возможности вымокания семян на площадках и на дне борозд при избытке влаги.

Посадку сосны следует производить в борозды и площадки по 10—12 тыс. шт. двухлетних стандартных сеянцев на 1 *га*, по возможности с равномерным размещением по площади. От оставления одиночных семенников и куртин во влажных борах необходимо отказаться.

Искусственное возобновление сосновых вырубок в Сарапульском и Валамазском лесхозах, производившиеся посадкой однолетних сеянцев или посевом семян сосны, показало в большинстве случаев относительно удовлетворительные результаты. Приживаемость культур в первый год составляет в среднем 91—96%.

В заключение можно предложить ряд мероприятий, общих для всех типов сосняков.

Должны быть приняты немедленные и решительные меры к упорядочению очистки концентрированных вырубок.

Трелевка деревьев с кронами совершенно не оправдывает своего назначения, так как более 90% объема вершин и сучьев остается на лесосеке. Большая часть сучьев обламывается при валке и трелевке, а чокеровщики для удобства чокеровки и трелевки (особенно при трелевке вперед вершинами) обрубают и вершины и сучья. Поэтому необходимо немедленное упорядочение технологии рубки и трелевки леса или широкое внедрение технологического процесса лесозаготовок по методу Скородумского леспромхоза Свердлеса, давшему вполне положительные результаты сохранности подроста и повышения производительности

труда на обрубке сучьев и очистке мест рубок при разработке нами опытной лесосеки в условиях свежего бора в Валамазском лесхозе, а также в условиях ельника-кисличника в Глазовском лесхозе Удмуртской АССР.

При продолжении применения трелевки деревьев с кронами надлежит производить рубку леса узкими 45-метровыми пасеками, разделенными на 2 ленты по 20 *м*, со среднием продольным волоком шириной 5—6 *м*, и валкой вершины на волок под углом от 25 до 40°, в зависимости от отдаленности деревьев от волока. Такая технология, как показал опыт, упорядочивает трелевку леса, облегчает очистку мест рубок и уменьшает процент уничтоженного хвойного подроста. Следует немедленно и категорически запретить рубку широкими пасеками и беспорядочную тракторную трелевку по всей площади лесосеки, приводящую к полному уничтожению подроста и невероятному захламлению мест рубок.

В сложных, свежих и влажных борах обязательна огневая очистка лесосек. Порубочные остатки нужно собирать в кучи не выше 1 *м* высотой и 2—2,5 *м* в диаметре или в валы высотой 1 *м* и шириной 3—4 *м* (при разработке по Скородумскому методу). Сбор и сжигание порубочных остатков следует производить при зимней заготовке немедленно после трелевки древесины или весной до пожароопасного периода; при летних заготовках сбор остатков осуществляется вслед за трелевкой, а сжигание — в дождливый период или осенью.

Поступила в редакцию
1 июня 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

К ВОПРОСУ О РЕЖИМЕ РАБОТЫ ТРЕЛЕВОЧНЫХ ЛЕБЕДОК

С. И. РАХМАНОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

Производительность трелевочных лебедок зависит от тягового усилия, скорости движения троса и величины сопротивления движению тросов и груза. Так как в отношении выбора расчетного тягового усилия грузового троса трелевочных лебедок имеются различные мнения, то следует остановиться на методе его определения.

Рассмотрим сопротивление движению при полуподвесном, наиболее часто встречающемся, способе трелевки леса. Тяговое усилие грузового троса T (равное сопротивлению движения) можно представить уравнением

$$T = P_1 + P_2 + P_3, \qquad (1)$$

где P_1 — сопротивление движению холостого троса;

P_2 — сопротивление движению тягового троса;

P_3 — сопротивление движению груза.

Сопротивление движению холостого троса на участке между мачтой и вторым концевым блоком, помещенным на лесосеке, зависит от веса *пог. м* троса q_x, расстояния между мачтой и вторым концевым блоком L, высоты мачты H и натяжения троса S в точке подвеса его к мачте (точка A, рис. 1).

При коэффициенте сопротивления движению грузового троса по волоку μ_1, величина P_1 равна *

$$P_1 = S_x + \left(L - \sqrt{\frac{2S_x H}{q_x}}\right) q_x \mu_1, \qquad (2)$$

где S — горизонтальная составляющая силы S;

$\sqrt{\frac{2S_x \cdot H}{q_x}}$ — длина холостого троса в пролете между мачтой и землей **.

Применительно к лебедке ТЛ-4 и при $L = 300$ *м*; $H = 1{,}5$ *м*; $q_x = 0{,}3$ *кг/м*; $\mu_1 = 0{,}4$, величина P_1 для различных значений S_x приведена в табл. 1.

---

* Без учета сопротивлений двух концевых блоков, помещенных на лесосеке.

** Без учета провисания холостого троса и при малых значениях угла между тросом и горизонталью.

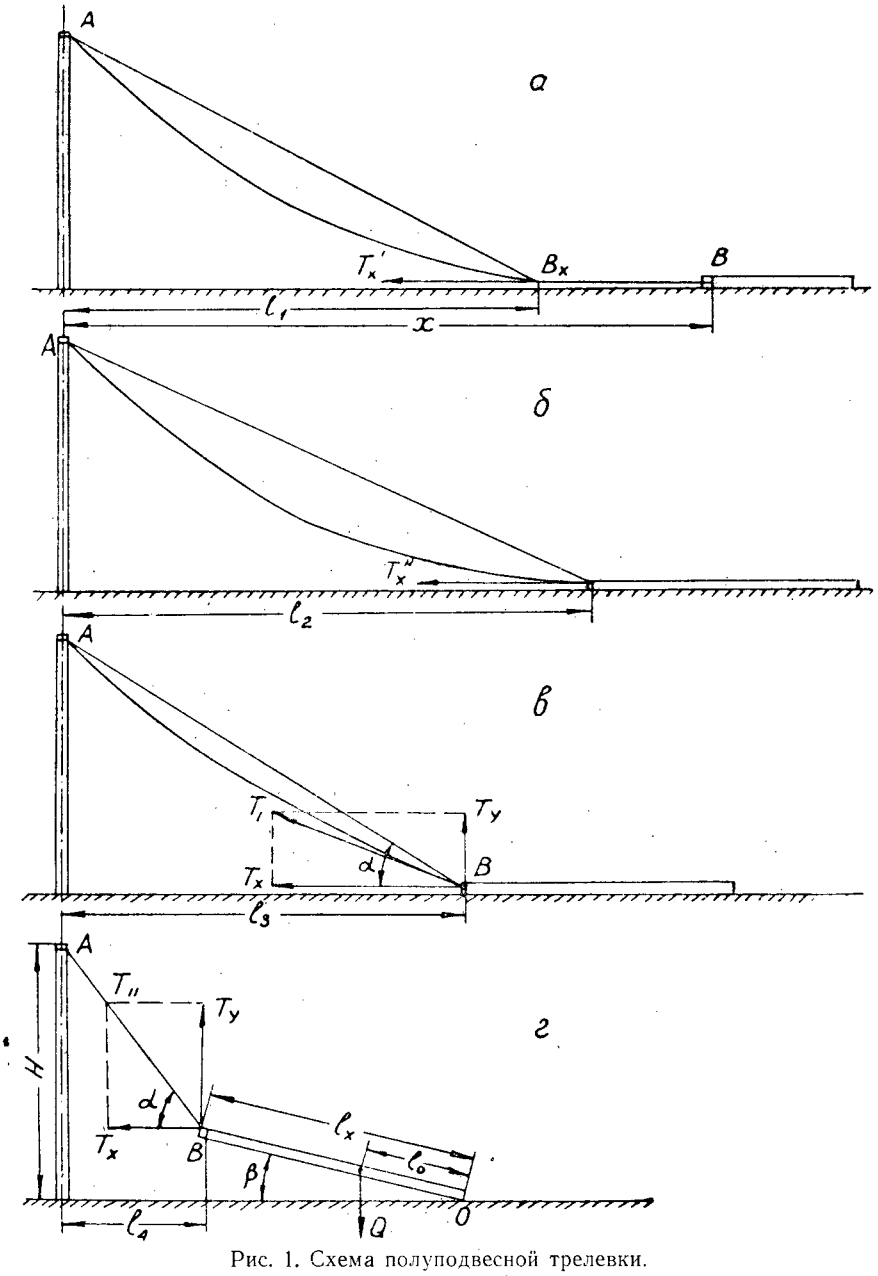


Рис. 1. Схема полуподвесной трелевки.

Таблица 1

S_x	0	50	100	200	*кг*
P_1	36	78	124	219	*кг*

Если не учитывать сопротивление блока на мачте, можно считать, что натяжение троса S есть сила, создаваемая торможением барабана при равномерном разматывании троса. Полагая, что она будет находиться в пределах до 100 *кг*, сопротивлением P_1 можно пренебречь, так

как оно будет составлять не более 5% от наибольшего тягового усилия грузового троса.

Величины сопротивлений P_2 и P_3 зависят от положения груза по отношению к мачте и тягового троса к волоку, по которому перемещается груз.

Если пачка находится на большом расстоянии от мачты, то часть тягового троса лежит на волоке и с трением перемещается по нему. При этом пачка по всей своей длине соприкасается с волоком (рис. 1, *а*). При горизонтальном перемещении троса и груза тяговое усилие T'_x в точке B_x будет равно

$$T'_x = \mu Q + (x - l_1)\mu_1 q_2, \tag{3}$$

где Q — вес пачки;
μ — коэффициент сопротивления движению пачки по волоку;
x — расстояние между мачтой и пачкой;
l_1 — пролет провисания грузового троса;
μ_1 — коэффициент сопротивления движению грузового троса по волоку;
q_2 — вес 1 *пог. м* грузового троса.

Приближенно: $l_1 \cong \sqrt{2H\left(x\mu_1 + \frac{Q}{q_2}\mu\right)}$. (4)

При втором положении пачки по отношению к мачте (рис. 1, *б*) на всем расстоянии между мачтой и пачкой грузовой трос висит над волоком, не касаясь его, а T''_x направлено параллельно волоку.

В этом случае тяговое усилие в точке B будет равно

$$T''_x = \mu Q. \tag{5}$$

Величина l_2 приближенно определится из уравнения (4) при значении $\mu_1 = 0$

$$l_3 = \sqrt{2H\frac{Q}{q_2}\mu}. \tag{6}$$

При третьем положении пачки (рис. 1, *в*) натяжение грузового троса T_1 в точке B направлено под углом к горизонтали, но конец пачки над опорой не поднят.

Для этого случая, с учетом провисания грузового троса, горизонтальная и вертикальная составляющие усилия T_1 будут иметь следующие значения:

$$T_x = \frac{\mu\left(Q + \frac{q_2 \cdot l_3}{2\cos\alpha}\right)}{1 + \mu\,\mathrm{tg}\,\alpha}, \tag{7}$$

$$T_y = \frac{\mu Q \cdot \mathrm{tg}\,\alpha - \frac{q_2 \cdot l_3}{2\cos\alpha}}{1 + \mu\,\mathrm{tg}\,\alpha}, \tag{8}$$

где l_3 — расстояние между мачтой и пачкой;
α — угол между тросом и горизонталью, причем $\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{H}{l_3}$

Пренебрегая весом грузового троса, что дает отклонение до 2%, получим значение величины тягового усилия в точке B:

$$T_1 = \mu Q \frac{\sqrt{l_3^2 + H^2}}{l_3 + \mu H} \tag{9}$$

В четвертом положении (рис. 1, *г*) под влиянием вертикальной составляющей тягового усилия передний конец пачки поднимается над волоком и пачка перемещается с приподнятым концом.

Если пренебречь провисанием троса и его весом, то величину угла наклона пачки к горизонту β и расстояние пачки от мачты l_4 возможно определить из уравнений

$$T_y \cdot l_x - T_x \cdot l_x \cdot \operatorname{tg}\beta - Q l_0 = 0. \tag{10}$$

$$T_x = (Q - T_y)\mu. \tag{11}$$

$$\frac{T_y}{T_x} = \operatorname{tg}\alpha = \frac{H - l_x \sin\beta}{l_4}, \tag{12}$$

где l_x — длина хлыстов;

l_0 — среднее расстояние от комлей хлыстов до центра их тяжести;

l_4 — расстояние от мачты до пачки.

В начале подъема переднего конца пачки угол наклона ее к горизонту β незначителен и в этом случае можно принять $\operatorname{tg}\alpha = \frac{H}{l_x}$.

Тогда будем иметь

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha\left(1 - \frac{l_0}{l_x}\right) - \frac{l_0}{\mu l_x}. \tag{13}$$

Если $\beta = 0$, то

$$l_4 = \mu \cdot H\left(\frac{l_x}{l_0} - 1\right). \tag{14}$$

С уменьшением расстояния между пачкой и мачтой высота подъема конца пачки будет увеличиваться, вследствие чего действительное значение угла α необходимо определять из уравнения (12).

Так как угол β не превышает 20°, то без большой ошибки возможна замена синуса угла его тангенсом, тогда

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{H - l_x \operatorname{tg}\beta}{l_4}. \tag{15}$$

При этом условии из уравнений (10), (11) можно найти значение угла β с учетом подъема конца пачки:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\mu H (l_x - l_0) - l_4 l_0}{\mu l_x (l_x + l_4 - l_0)}. \tag{16}$$

По уравнениям (10), (11) и (16) составляющие тягового усилия T_x и T_y, а также $T_{\text{п}}$ будут иметь следующие значения:

$$T_x = Q\mu \frac{l_x + l_4 - l_0}{l_x + l_4 + \mu H}. \tag{17}$$

$$T_y = Q \frac{\mu H + l_0}{l_x + l_4 + \mu H}. \tag{18}$$

$$T_{\text{п}} = Q \frac{\sqrt{\mu^2 (l_x + l_4 - l_0)^2 + (\mu H + l_0)^2}}{l_x + l_4 + \mu H}. \tag{19}$$

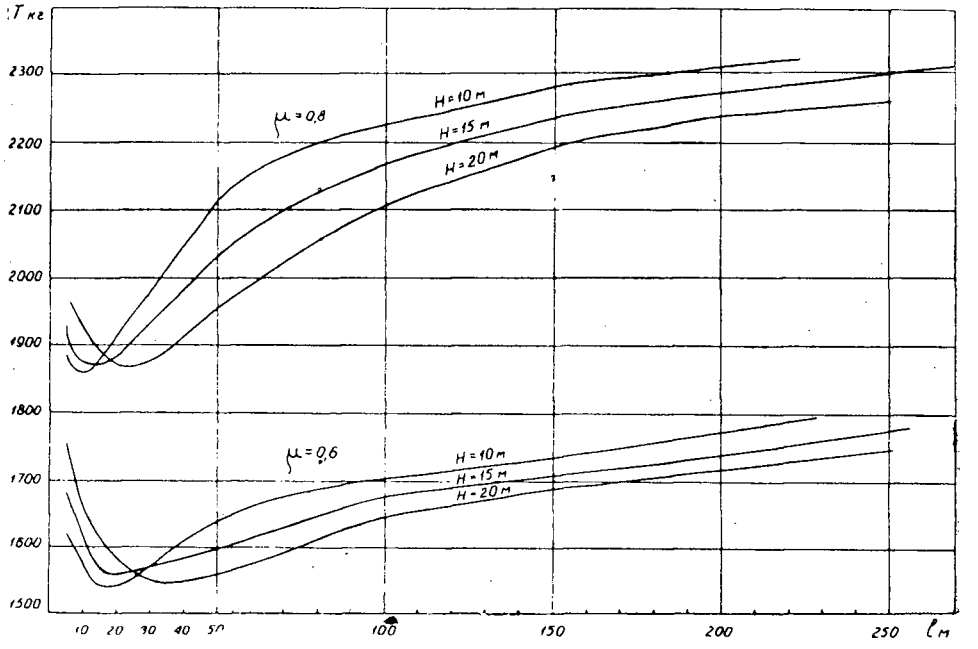


Рис. 2. Зависимость тягового усилия от расстояния трелевки.

Для всех положений пачки по отношению к мачте натяжение троса в точке A у грузового блока будет равно

$$T = \sqrt{T_x^2 + \left(T_y + \frac{q_2 \cdot l}{\cos \alpha}\right)^2}, \qquad (20)$$

где T_x и T_y — составляющие тягового усилия в точке B, и l — величина пролета провисания грузового троса.

С незначительной ошибкой (2—3%) в формуле (20) можно принимать $q_2 = 0$, тогда натяжение троса T определяется по формулам (3), (5), (9), (19).

На рис. 2 представлены кривые изменения тягового усилия на грузовом тросе в точке B в зависимости от положения пачки по отношению к мачте, построенные на основе расчетов по приведенным выше формулам (применительно к лебедке ТЛ-4) при следующих данных: $Q = 3000$ *кг*; $q_2 = 1{,}0$ *кг/м*; $\mu_1 = 0{,}4$; $\frac{l_v}{l_0} = 3$; $\mu = 0{,}6$ и 0,8 и высота мачты $H = 10$, 15 и 20 *м*.

Из приведенных на рис. 2 кривых видно, что высота мачты оказывает влияние на тяговое усилие и с увеличением высоты мачты усилие уменьшается. Кроме того, с уменьшением расстояния влияние высоты мачты на уменьшение тягового усилия увеличивается. Существенное значение имеет и коэффициент сопротивления движению пачки по волоку.

Кривые показывают также, что тяговое усилие с приближением пачки к мачте уменьшается, но только до начала подъема конца пачки, после чего, по мере приближения пачки к мачте и с увеличением подъема ее конца, тяговое усилие резко возрастает. Степень увеличения тягового усилия в этом случае зависит от значений μ и H. При высоких мачтах передний конец пачки поднимается выше, чем при низких, поэтому тяговое усилие возрастает более значительно.

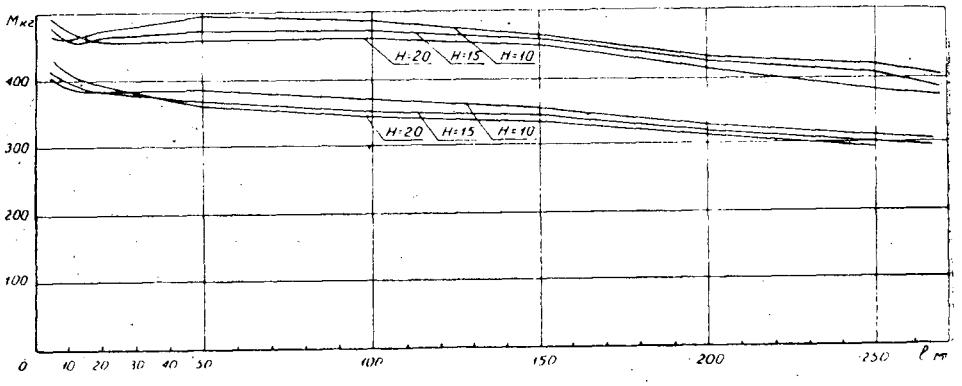


Рис. 3. Зависимость грузового момента на трелевочном барабане от расстояния трелевки.

Определение закономерности изменения тягового усилия как функции l дает возможность установить характер изменения грузового момента на трелевочном барабане лебедки в зависимости от l.

Величина грузового момента зависит от тягового усилия на тросе, и от диаметра навивки его на барабан. В трелевочных лебедках, как правило, применяют барабаны с навивкой троса в несколько рядов, вследствие чего диаметр навивки изменяется при переходе от одного ряда к другому. С небольшим отклонением от действительного значения диаметр навивки троса на барабан можно выразить в виде функции от l следующим уравнением:

$$D = R_1 + \sqrt{R_1^2 + \frac{d}{\pi n_в}(L - l)}, \qquad (21)$$

где R_1 — радиус навивки первого ряда витков;
d — диаметр троса;
$n_в$ — число витков в одном ряду;
L — наибольшее расстояние трелевки, равное, примерно, канатоемкости барабана;
l — расстояние между пачкой и мачтой.

Аналитическое исследование изменения грузового момента как функции l приводит к весьма громоздким формулам, поэтому нами на рис. 3 приведено графическое решение этого вопроса применительно к лебедке ТЛ-4 с использованием кривых рис. 2.

Как видно из рис. 3, грузовой момент на трелевочном барабане возрастает с уменьшением расстояния между мачтой и пачкой. При $\mu = 0{,}8$ и $H = 10$ *м* он достигает своего наибольшего значения при $l = 50$ *м*; во всех других случаях максимальный грузовой момент наблюдается при положении пачки вблизи мачты. Максимальный момент больше минимального на 13—15%.

Из сказанного можно сделать вывод, что у трелевочных лебедок, имеющих барабаны для большого числа рядов навивки (ТЛ-4 и ТЛ-5), при постоянстве коэффициента сопротивления движению по волоку, наибольший грузовой момент на грузовом барабане будет при навивке троса на последний ряд витков, когда пачка подходит к мачте.

При наземной трелевке деревьев с кроной отмечается уменьшение коэффициента сопротивления движению на 25—33% по сравнению с трелевкой в хлыстах.

Хотя вопрос о влиянии на коэффициент сопротивления движению сглаживания волока хлыстами и не изучен, тем не менее можно полагать, что это влияние будет менее значительным, чем при трелевке леса с кроной. Кроме того, при подъеме конца пачки, когда она подходит к мачте, сглаживание волока не имеет большого значения. Поэтому при выборе расчетного грузового момента влияние сглаживания волока хлыстами во внимание можно не принимать.

Большее значение имеет сопротивление инерции при трогании пачки с места. Вопрос этот мало изучен, но при определении наибольшего тягового усилия с учетом сопротивления трогания с места нужно иметь в виду, что и в этом случае грузовой момент будет наибольшим при положении пачки около мачты.

Поступила в редакцию
5 февраля 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

О ВЫБОРЕ РУКОВОДЯЩЕГО ПОДЪЕМА ЛЕСОВОЗНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ КОЛЕИ 750 *мм*

В. В. ЩЕЛКУНОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Проблема обоснования руководящего подъема железных дорог широкой колеи общего пользования издавна привлекала внимание ученых — транспортников. В этом направлении работали: инж. Яцына, проф. М. М. Протодьяконов, инж. Н. П. Беленький, проф. А. В. Горинов и др.

Методика выбора руководящего подъема лесовозных железных дорог колеи 750 *мм* до сих пор остается не разработанной. В последнее время Гипролеспромом [1] была предпринята попытка в этом направлении. Однако нельзя считать этот вопрос уже решенным.

Прежде, чем рассматривать предлагаемый метод обоснования руководящего подъема, отметим некоторые важные особенности транспорта леса.

а) В условиях равнинной и слабохолмистой местности * магистрали лесовозных дорог трассируются преимущественно по водоразделам.

Крупные водотоки и рельефные препятствия при этом пересекать не приходится. Линия в основном трассируется вольным ходом и лишь в отдельных местах используется ход руководящим или уравновешенным подъемом. Элементы профиля с руководящим подъемом в сумме обычно не превышают 10—12% от длины трассы.

б) Направление лесовозной магистрали определяется конфигурацией лесного массива и размещением запасов леса по его территории. Ветки и усы размещаются в соответствии с наивыгоднейшим расстоянием между ними.

Вследствие указанного, при обосновании руководящего подъема лесовозных дорог не имеет большого смысла применение метода аналогичного методу пробных трасс проф. А. В. Горинова, когда изыскивается несколько направлений железной дороги с различными руководящими подъемами; в условиях лесовозных дорог вполне можно ограничиться выбором руководящего подъема для одной трассы (одного направления). Возможность применения местных вариантов трассы этим, конечно, не исключается.

в) Пути магистрали и веток мало отличаются друг от друга. Вследствие этого руководящий подъем на данных категориях путей должен

* Для районов с сильно холмистым и гористым рельефом имеются существенные особенности и приведенные ниже выводы на эти районы не распространяются.

быть, как правило, одинаковым. Усы же строятся упрощенно. Основное удельное сопротивление подвижного состава на них в среднем в 1,5 раза больше, чем на магистрали, а удорожание строительства усов приводит к увеличению расстояния трелевки, что нерационально.

Следовательно, руководящий подъем на усах должен назначаться больше, чем на магистрали, обычно с расчетом вывозки поездного состава за два раза.

г) Существенное отличие сухопутного транспорта леса от транспорта общего пользования имеется также в части соотношения капитальных затрат и эксплуатационных расходов. На транспорте общего пользования средства на капитальное строительство вкладываются в короткий срок, а эксплуатация растягивается на неопределенно длинный период. В лесозаготовительной промышленности в течение сравнительно короткого времени строится только часть магистрали. Остальная часть магистрали и ветки вводятся в действие постепенно по мере освоения лесного массива. Строительство же усов ведется ежегодно за счет эксплуатационных расходов. Таким образом, вложения в дорожное строительство лесозаготовительных предприятий растягиваются на длительный период, почти равный сроку освоения лесного массива и, следовательно, капитальные затраты по существу мало отличаются от эксплуатационных расходов.

Сказанное не относится к капитальным затратам на приобретение подвижного состава (локомотивы и сцепы), а также на строительство производственных зданий и сооружений. Последние являются, как правило, единовременными. Далее следует иметь в виду, что величина руководящего подъема противоречиво влияет на капитальные затраты. Если капитальные вложения на возведение земляного полотна снижаются с увеличением руководящего подъема, то затраты на подвижной состав, производственные здания и раздельные пункты при этом увеличиваются.

Следовательно, основным критерием при выборе руководящего подъема должна быть себестоимость продукции лесозаготовительного предприятия. Большую величину капитальных затрат на строительство сети путей в сравнении с эксплуатационными расходами достаточно учитывать только для вариантов, близких по себестоимости, отдавая предпочтение варианту с меньшими капитальными вложениями.

При обосновании руководящего подъема следует учитывать только те затраты, которые зависят от рассматриваемого фактора. Наиболее правильно определять расходы за весь период освоения тяготеющего к дороге лесного массива, отнесенные к 1 $м^3$ вывозимой древесины. Метод учета зависимых затрат должен быть таким, чтобы выяснилось влияние запаса лесного массива, запаса древесины на 1 *га,* расстояния перевозок и т. п.

От величины руководящего подъема зависят расходы на вывозку (тягу поездов) древесины по магистрали и веткам; затраты на возведение земляного полотна лесовозной магистрали; расходы на перевозку по усам и земляные работы на ветках; расходы на трелевку и земляные работы на усах. Руководящий подъем влияет также на затраты по строительству и содержанию раздельных пунктов, но последние невелики и учет их не может изменить результата. Тип локомотива при обосновании руководящего подъема считается заданным.

Рассмотрим основные виды расходов, зависящие от руководящего подъема.

1. Затраты на вывозку древесины по магистрали и веткам складываются из следующих слагаемых: из зарплаты поездным бригадам, расхо-

дов на содержание, ремонт и амортизацию локомотивов и сцепов, а также затрат на топливо, воду, смазку и т. п.

Выражение расходов по тяге поездов на магистрали и ветках может быть представлено в виде:

$$P_1 = \frac{120 C_{см} L_{ср}}{(T - t_{пз}) Q_п v_{ср}} + \frac{C_{см} \Sigma t}{(T - t_{пз}) Q_п} \quad \frac{руб.}{м^3},$$

здесь $C_{см}$ — себестоимость поездосмены в *руб.*;
$Q_п$ — полезная нагрузка на рейс, $м^3$;
$L_{ст}$ — среднее расстояние вывозки по магистрали и веткам для сырьевой базы в целом, *км*;
$v_с$ — средняя техническая скорость движения поездов по магистральным путям *км/час*;
T — продолжительность смены, *мин*;
$t_{пз}$ — подготовительно-заключительное время и время на экипировку в смену, *мин*;
Σt — время пребывания локомотива на погрузочных пунктах, станции примыкания, нижнем складе и раздельных пунктах на рейс, *мин*;
$i_р$ — руководящий подъем.

В этом выражении полезная нагрузка на рейс уменьшается, а средняя техническая скорость увеличивается с увеличением руководящего подъема.

Зависимость $Q_п$ от $i_р$ легко устанавливается известными методами тяговых расчетов. Сложнее учет влияния руководящего подъема на $v_{ср}$. Для этого может быть предложен следующий прием.

Для одного из вариантов $i_р$, считающегося основным, проектируется продольный профиль магистрали, крупных веток и тяговым расчетом определяется средняя техническая скорость. Для остальных вариантов средняя техническая скорость определяется из выражения

$$v_{ср} = v_0 \frac{\beta}{\beta_0},$$

где v_0 — средняя техническая скорость для основного варианта $i_р$;
β — коэффициент для основного варианта $i_р$;
β — коэффициент для другого руководящего подъема.

Значения коэффициентов β_0 и β берутся из графика (рис. 1), составленного на основании проектирования продольных профилей лесовозных дорог общим протяжением свыше 80 *км* с различными величинами руководящих подъемов и выполненных для них тяговых расчетов. При этом коэффициент $\beta = 1$ для $i_р = 10‰$.

Остальные данные берутся из норм технологического проектирования, других нормативных данных и из опыта эксплуатации лесовозных дорог.

2. Расходы на возведение земляного полотна лесовозной магистрали вычисляются по формуле

$$P_2 = \frac{C_{зм} L_м}{M} \quad \frac{руб.}{м^3},$$

где $C_{зм}$ — расходы на земляные работы, зависящие от руководящего подъема, приходящиеся на 1 *км* лесовозной магистрали;
$L_м$ — действительная длина лесовозной магистрали, *км*;
M — ликвидный запас лесного массива в $м^3$.

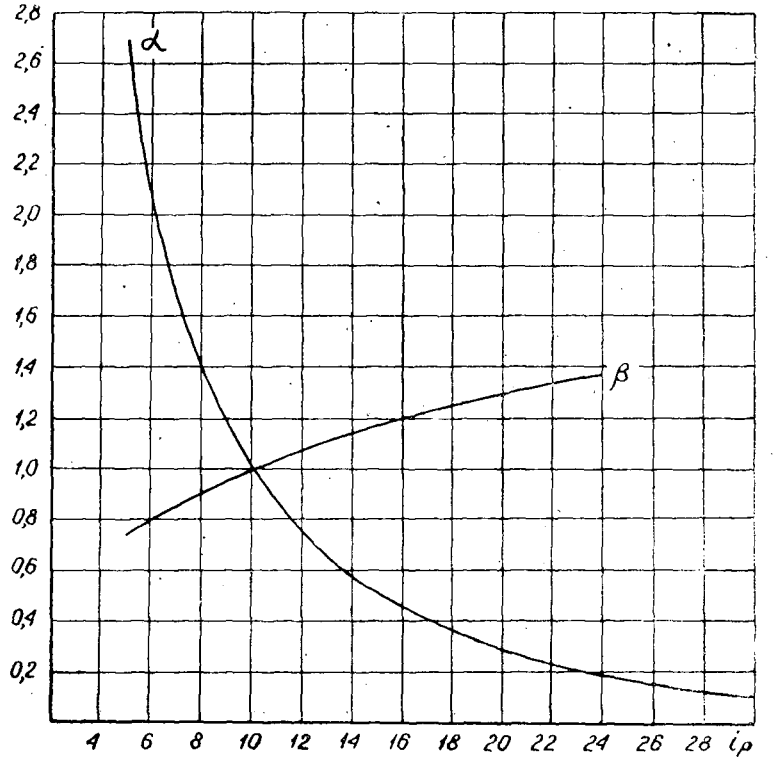


Рис. 1.

Для определения затрат на строительство земляного полотна объем земляных работ следует подсчитывать не для всего протяжения запроектированной трассы, а только для тех ее участков, где приходится применять руководящий подъем, уравновешенный подъем и минимальную длину элемента, обусловленную величиной $i_р$, а также при назначении наибольших допускаемых по техническим условиям переломов профиля, зависящих от руководящего подъема. Полученный суммарный объем земляных работ распределяется на всю длину магистрали для получения профильной кубатуры, зависящей от $i_р$ на 1 *км* магистрали, и умножается затем на стоимость 1 $м^3$ земляных работ. Объемы земляных работ, зависящие от $i_р$, достаточно подсчитать для основного варианта руководящего подъема.

Для других руководящих подъемов затраты на постройку 1 *км* земляного полотна определяются по формуле

$$C_{зм} = C_{мо}\frac{\alpha}{\alpha_0}\ *,$$

где $C_{мо}$ — расходы по возведению земляного полотна, зависящие от руководящего подъема, для основного варианта $i_р$, $\frac{руб.}{км}$;

α_0 — коэффициент для основного варианта $i_р$;

α — то же для другой величины руководящего подъема.

* В этом случае, когда объем земляных работ по вариантам меняется сильно, может оказать влияние себестоимость 1 $м^3$ профильной кубатуры из-за применения различных механизмов при производстве земляных работ.

Значения коэффициентов α_0 и α берутся из графика на рис. 1.

График $\alpha = f(i_р)$ составлен на основании проектирования продольных профилей лесовозных дорог общим протяжением свыше 80 *км* и подсчета объемов земляных работ для различных вариантов руководящих подъемов.

От величины руководящего подъема зависят также затраты на строительство некоторой части искусственных сооружений. С достаточной для практики точностью дополнительные затраты на искусственные сооружения можно учесть посредством расчета объемов земляных работ в местах будущих мостов.

3. Затраты на перевозку древесины по усам выражаются соотношением:

$$\frac{240 C_{см} l_у}{(T - t_{пз})\, Q_п v_у} = d_у l_у \quad \frac{руб.}{м^3},$$

где $v_у$ — средняя техническая скорость движения по усам, принимаемая по нормам технологического проектирования или опытным данным, независимо от руководящего подъема, *км/час*;

$l_у$ — среднее расстояние вывозки по усам, зависящее от расстояния между ветками, *км*;

$d_у$ — затраты на перевозку по усам 1 $м^3$ на расстояние 1 *км*, $\frac{ру}{м^3\, км}$;

Расходы на устройство земляного полотна веток равны

$$\frac{C_{зв}}{100 v_{га} l_в} \quad \frac{руб.}{м^3},$$

где $C_{зв}$ — расходы на земляные работы по веткам, зависящие от руководящего подъема на 1 *км*, $\frac{руб.}{км}$. С достаточной точностью можно принимать $C_{зв} = 0{,}95\, C_{зм}$, где 0,95 — коэффициент, учитывающий меньшую ширину земляного полотна на ветках в сравнении с магистралью;

$v_{га}$ — запас ликвидной древесины на 1 *га*, $\frac{м^3}{га}$;

$l_в$ — расстояние между ветками, *км*.

Сумма указанных затрат составит

$$P_з = d_у l_у + \frac{C_{зв}}{100 v_{га} l_в}.$$

Если найти наивыгоднейшие расстояния между ветками и подставить в выражение для $P_з$, полагая $l_у \approx 0{,}3\, l_в$, можно получить формулу [2]

$$P_з = 0{,}055 \left(1 + \frac{C_{зв}}{C_в}\right) \sqrt{\frac{C_в \cdot d_у}{v_{га}}} \quad \frac{руб.}{м^3},$$

здесь $C_в$ — общие расходы на постройку ветки, включая и земляные работы, зависящие от $i_р$, $\frac{руб.}{км}$.

Величина $d_у$ подсчитывается согласно приведенному выше соотношению для руководящих подъемов.

Руководящий подъем влияет на d через полезную нагрузку на рейс $Q_п$.

Величину C определяем аналогично $C_{зм}$, используя график на рис. 1.

4. Расходы на постройку земляного полотна усов равны

$$\frac{C_{зу}}{100 \cdot v_{га} y} \frac{руб.}{м^3},$$

где $C_{зу}$ — затраты на земляные работы при постройке 1 *км* уса, *руб./км*;
y — расстояние между усами, *км*:

Объем земляных работ на усах * может быть подсчитан при помощи графика $\alpha = f(i_р)$ (рис. 1), в соответствии с руководящим подъемом на усах, при этом надо внести поправку на меньшую ширину полотна усов.

Анализ показывает, что с достаточной точностью, полагая $i_у \approx 2i_р$, можно принимать $C_{зу} = 0{,}25 C_{зм}$. Поправка на ширину земляного полотна принята равной 0,85.

Расходы на «чистое» перемещение при трелевке составляют

$$d_т l_т \ руб./м^3,$$

где $d_т$ — себестоимость «чистого» перемещения при трелевке 1 $м^3$ на расстояние 1 *км*, *руб./м³км*;
$l_т$ — среднее расстояние трелевки, *км*.

Так как среднее расстояние трелевки зависит от расстояния между усами, то суммарные затраты на земляные работы на усах и трелевку, без учета расходов на постройку погрузочных пунктов, можно, аналогично P_3, получить в виде

$$P_4 = 0{,}05\left(1 + \frac{C_{зу}}{C_у}\right)\sqrt{\frac{C_у d_т}{v_{га}}} \ руб./м^3,$$

где $C_у$ — «неподвижные» затраты на постройку 1 *км* уса, включая расходы на земляные работы, $\frac{руб.}{км}$.

Порядок выбора руководящего подъема по предлагаемому методу следующий:

1. Назначаются варианты $i_р$, один из них принимается за основной.
2. Для основного варианта проектируется продольный профиль магистрали, подсчитывается объем земляных работ, зависящий от $i_р\,(C_{мо})$, и выполняются тяговые расчеты, позволяющие найти среднюю техническую скорость v_0.
3. Для остальных вариантов руководящего подъема рассчитываются полезные нагрузки на рейс; $C_{зм}$ и $v_{ср}$ для них определяются на основании графика на рис. 1.
4. Устанавливаются все другие показатели и стоимостные коэффициенты, необходимые для расчетов затрат P_1, P_2, P_3 и P_4.
5. По каждому из вариантов руководящего подъема рассчитываются сопряженные затраты и находится сумма

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \ руб./м^3.$$

Тот вариант $i_р$, для которого указанная сумма окажется наименьшей, и будет наивыгоднейшим.

В качестве примера выполнены расчеты для следующих исходных данных:

---

* В настоящее время на усах полотно часто устраивается на ряжах, что требует большого расхода древесины и значительных затрат ручного труда, а себестоимость не меньше, чем при строительстве усов на земляном полотне.

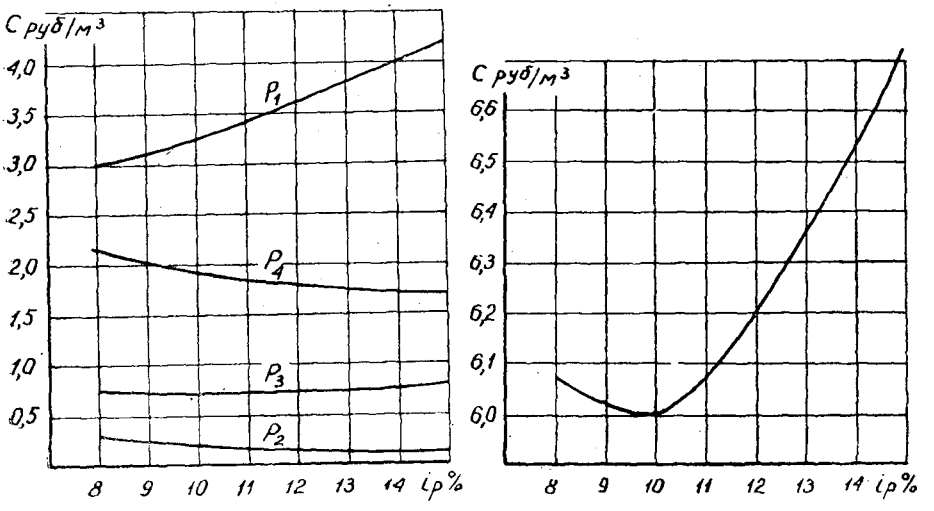


Рис. 2.

Запас лесного массива в ликвиде $M = 5{,}7$ *млн. м*^{3};
Длина магистрали $L = 75$ *км*;
Среднее расстояние вывозки $L_{ср} = 45$ *км*;
Запас ликвидной древесины на 1 *га* $V_{га} = 120 \frac{м^3}{га}$;

Себестоимость поездосмены $C_{см} = 450 \frac{руб.}{смену}$ (локомотив — паровоз типа ВП-1);

Затраты на трелевку $d_т = 6$ *руб./м*^{3}*км*;

Расходы на постройку 1 *км* ветки без земляных работ — 50000 *руб./км*, то же для усов — 15000 *руб./км*.

В качестве основного варианта принят $i_р = 10$ ‰. При этом $C_{мо} = 15000 \frac{руб.}{км}$ и $v_{ср} = 14$ *км/час*.

Согласно нормам технологического проектирования, принято $t_{пз} = 105$ *мин* и $\Sigma t = 80$ *мин*.

Результаты расчета представлены на рис. 2.

Как видно из приведенных данных, наивыгоднейшим оказался $i_р = 10$ ‰.

Важнейшими факторами, кроме рельефа местности, влияющими на наивыгоднейшее значение руководящего подъема, являются запас лесного массива и тип локомотива:

С увеличением запаса лесного массива наивыгоднейшая величина руководящего подъема уменьшается. Можно рекомендовать, в зависимости от запаса массива (для равнинной и слабо-холмистой местности при использовании паровоза ВП-1), следующие приближенные значения руководящего подъема:

Запас лесного массива в *млн. м*^{3}	2—3	3—4	5—6
Наивыгоднейший руководящий подъем ‰ .	15—13	13—11	11—9

Увеличение мощности локомотива приводит к увеличению наивыгоднейшего руководящего подъема. Применение паровоза типа № 157

вместо ВП-1, при прочих равных условиях, повышает величину наивыгоднейшего руководящего подъема на 1—2‰.

Внедрение мотовозов позволяет снизить расходы на тягу поездов и увеличивает величину наивыгоднейшего руководящего подъема.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Н. Павлинов. Техно-экономическое сравнение вариантов и обоснование руководящего подъема при проектировании лесовозных железных дорог колеи 750 *мм*. Минлеспром СССР. Бюллетень технической информации № 1. 1955. [2]. С. К. Лебедев, В. В. Щелкунов, Ф. И. Коперин. К вопросу об организации постоянно действующих предприятий лесного хозяйства и лесной промышленности. Известия высших учебных заведений. «Лесной журнал» № 5, 1958.

Поступила в редакцию
23 марта 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ТЕОРИЯ ПРОЦЕССА ОКОРКИ ДРЕВЕСИНЫ НА КОРООБДИРОЧНЫХ СТАНКАХ

В. В. ХАРИТОНОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

На корообдирочных станках отделение коры от древесины происходит за счет трения между короснимателем и корой, которое вызывает касательные и нормальные напряжения в камбиальном слое. Поэтому принцип работы корообдирочных станков основан на разнице в прочности древесины и камбиального слоя, в плоскости которого происходит разрушение.

В табл. 1 приведены средние значения временных сопротивлений камбиального слоя и древесины касательным напряжениям вдоль волокон (в зависимости от влажности), полученные нами в результате экспериментальных исследований на малых образцах при $t = +15°$ С.

Таблица 1

Временное сопротивление скалыванию в *кг/см²*	Влажность в %											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	12
Коры	30	25	20	16	13	11	9	7	6	5	4	3
Древесины . . .	75	73	65	65	63	63	61	61	58	58	56	56

Большая разница между временными сопротивлениями на скалывание коры по сравнению с древесиной объясняется по всей вероятности менее одревеснёвшими клетками камбиального слоя. Очевидно, что отделение коры по камбиальному слою происходит под одновременным действием касательных и нормальных напряжений.

Отсутствие теории прочности для анизотропных материалов и некоторое различие в микроструктурном строении коры и древесины осложняет решение вопроса определения вида напряжения, от которого происходит разрушение камбиального слоя. Однако, если известны доминирующие напряжения, возникающие в камбиальном слое при сдвиге коры, то, пренебрегая остальными, можно предположить, что отделение коры от древесины происходит главным образом под действием наиболее опасных напряжений. Это предположение можно назвать гипотезой опасных напряжений.

Нами была поставлена задача выяснить распределение основных опасных напряжений при сдвиге коры и их численное соотношение

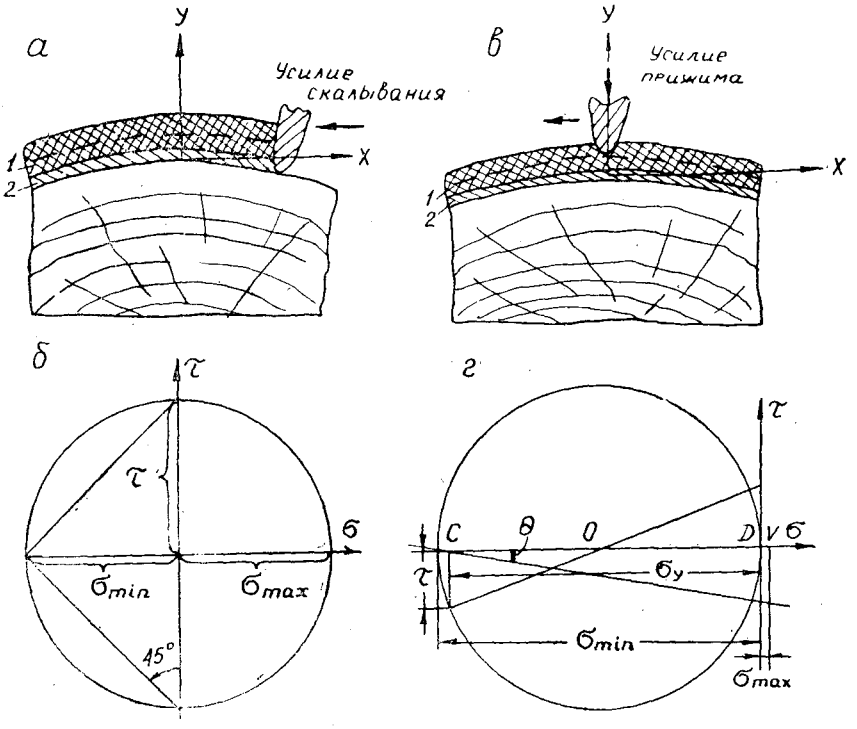


Рис. 1. Напряжения под действием скалывающих усилий.
1 — кора, луб; *2* — камбий.

между собой. Решение этого вопроса позволит определить оптимальные силовые и конструктивные параметры механизма окорки.

Процесс окорки древесины начинается в местах максимальных опасных напряжений, при этом не обязательно, чтобы касательные или нормальные напряжения достигали своих экстремальных значений.

Предельная несущая способность сдвигаемого слоя коры зависит от напряжений, возникающих в плоскости скалывания, и определяется площадью эпюры касательных напряжений.

Рассмотрим сдвиг коры поперек волокон древесины, как это имеет место при окорке на корообдирочных станках. При этом плоскость скалывания лежит в пределах слабого камбиального слоя. Возьмем случай, когда сдвиг коры происходит под действием только скалывающих усилий, что также имеет место на корообдирочных станках (см. рис. 1, *а*). Выберем наиболее опасное место с максимальным значением касательного напряжения.

В плоскости скалывания по камбиальному слою выделим элемент, две грани которого параллельны плоскости скалывания, а две другие перпендикулярны. Нормальными сжимающими напряжениями можно пренебречь, так как их действие воспринимается более прочными слоями древесины и луба, модули упругости которых значительно выше, нежели камбиального слоя. По граням выделенного элемента, который находится в условиях чистого сдвига, действуют только касательные напряжения. По главным площадкам, наклоненным под углом 45° к осям выделенного элемента, действуют главные нормальные напряжения σ_{max} и σ_{min}.

Очевидно, что $\tau_{max} = \sigma_{max} = -\sigma_{min}$ (см. рис. 1, *б*). Можно предположить, что камбиальный слой, как и древесина, слабее всего сопротивляется растягивающим напряжениям $\sigma_р$, действующим поперек волокон, и его предел прочности на разрыв меньше, чем предел прочности на сдвиг. Согласно этому предположению (по 1-й теории прочности), выделенный элемент разрушается по главной площадке, когда действующее на нее нормальное напряжение достигает предела прочности камбиального слоя на разрыв, то есть $\sigma_{max} = \sigma_р$. Следовательно, разрушение сил сцепления коры и древесины происходит за счет нормальных растягивающих напряжений.

Далее рассмотрим наиболее вероятный случай разрушения сил сцепления коры и древесины под действием как касательных, так и нормальных усилий. Это также имеет место на корообдирочных станках (см. рис. 1, *в*). По граням элемента, выделенного в наиболее опасном месте, действуют касательные напряжения τ и сжимающие нормальные напряжения σ_y. Сжимающие напряжения σ_x, действующие в плоскости скалывания по камбиальному слою, очень малы и мы ими пренебрегаем, так как сдвигающие усилия воспринимаются волокнами луба и древесиной, модули упругости которых выше, чем у камбиального слоя.

Очевидно (см. рис. 1, *г*), что разрушение сил сцепления коры с древесиной будет происходить преимущественно за счет касательного напряжения τ_{max}, которое, согласно 3-й теории прочности, составляет:

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \approx -\frac{\sigma_{min}}{2}.$$

(Так как величина σ_{max} мала, то ею можно пренебречь). Отсюда видно, что с увеличением сил прижима короснимателя к древесине увеличивается и скалывающее усилие (фактор весьма важный при конструировании механизма окорки корообдирочных станков).

Анализируя оба способа разрушения сил сцеплений, можно сделать вывод, что наиболее легкий режим работы короснимателя, с точки зрения прикладываемых усилий, будет при разрушении связи коры с древесиной главными растягивающими напряжениями — $\sigma_р$.

Характер распределения касательных и нормальных напряжений имеет весьма важное значение, так как на нем основываются расчеты силовых и конструктивных параметров корообдирочных станков. Исследование характера распределения напряжений проводилось методом фотоупругости на поляризационной установке. Оптически активным материалом в опытах служила эпоксидная смола ЭД6-М.

Принцип работы поляризационной установки состоит в том, что нагруженная модель, вследствии деформации и поворота осей эллипса напряжения, направляет колебания плоскополяризованного луча по двум взаимно-перпендикулярным осям, поэтому скорости распространения лучей будут различны. При выходе из анализатора оба луча интерферируют, в результате этого видимая на экране деформированная пластина будет окрашена. Интенсивность окраски зависит от положения осей пластинки по отношению к осям поляризатора и анализатора. Точки, где главные напряжения σ_{max} и σ_{min} равны между собой, будут иметь одинаковую окраску, а их местоположение определится линией называемой изохромой. Точки, которые образуют на экране темные полосы, называемые изоклинами, получаются тогда, когда направления главных напряжений параллельны осям поляризатора и анализатора.

Как известно, тело, находящееся в плосконапряженном состоянии, должно удовлетворять следующим двум дифференциальным уравнениям равновесия:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0,$$

отсюда, переходя к приращениям, будем иметь

$$\Delta\sigma_x = -\Delta\tau_{xy}\frac{\Delta x}{\Delta y},$$

$$\Delta\sigma_y = -\Delta\tau_{xy}\frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

В свою очередь

$$\Delta\tau_{xy} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \cdot \sin 2\Theta,$$

где Θ — угол, образованный между направлением одного из главных напряжений и осью x. Этот угол является параметром изоклины.

Определение относительных значений нормальных напряжений ведется из условия определения контурных напряжений, где, как известно, отсутствуют касательные и одно из нормальных напряжений, то есть

$$\sigma_0 = \pm \sigma_{min} \cos^2 \Theta,$$

$$\sigma_{1x} = \pm \sigma_0 - \Delta\tau_{xy1}\frac{\Delta x}{\Delta y}$$

в направлении вдоль оси x.

По оси y напряжение составит

$$\sigma_{1y} = \pm \sigma_{1x} \pm \sqrt{(\sigma_{max} - \sigma_{min})^2 - 4\tau_{xy1}^2}.$$

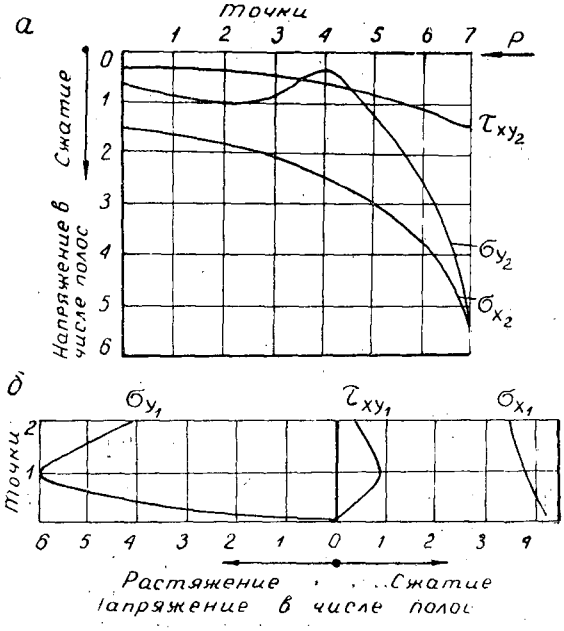


Рис. 3 Кривые нормальных и касательных напряжений.

Рассмотрим процесс окорки под действием только скалывающих усилий. Картина полос (рис. 2) отображает характер распределения напряжений под действием как скалывающих, так и нормальных усилий. По ней производится построение кривых нормальных и касательных напряжений, показанных на рис. 3. В плоскости скалывания действуют нормальные напряжения сжатия σ_{x_2} и σ_{y_2} и касательные напряжения τ_{xy_2} (рис. 3, *а*). Очевидно разрушение камбиального слоя наступит в месте наибольших касательных напряжений.

По оси *y* действуют и растягивающие напряжения σ_{y_1} (рис. 3, *б*), которые также могут вызвать разрушение камбиального слоя, так как временное сопротивление камбиального слоя растяжению в направлении поперек волокон составляет всего 5—7 *кг/см*^{2}.

Эпюры нормальных и касательных напряжений показаны на рис. 4. Из них видно, что наибольшие опасные напряжения возникают непосредственно перед короснимателем. В плоскости скалывания, расположенной перед короснимателем, действуют сжимающие нормальные напряжения σ_x и σ_y, не влияющие на процесс окорки древесины, в силу большой сопротивляемости коры сжатию по сравнению со сдвигающим напряжением. Разрушение сил сцепления коры с древесиной происходит за счет касательных напряжений τ_{xy}. Очевидно, что усилие, прикладываемое к короснимателю, в этом случае составит

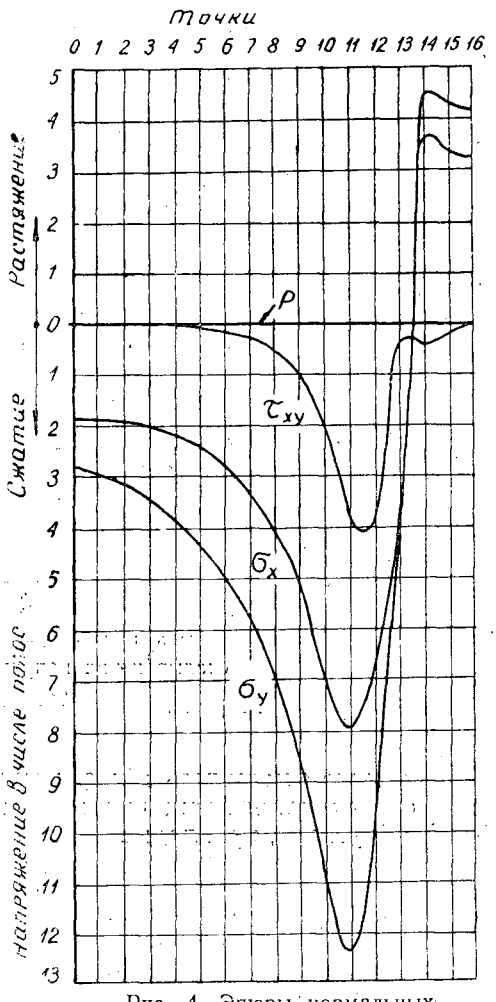


Рис. 4. Эпюры нормальных и касательных напряжений.

$$P = \int f(\tau_{xy})\, dx.$$

Уточнение характера распределения касательных напряжений (их численных значений) в древесине проводилось на малых образцах. В результате получены значения усилий скалывания $P = f(L)$, в зависимости от длины скалываемых площадок коры (рис. 5). Кривая $\tau = \frac{dP}{dL}$, характеризующая распределение касательных напряжений, построена методом графического дифференцирования.

$$\tau = \frac{1}{ae^{\frac{x^2}{n}}}$$

в области $0 \leqslant x \leqslant 3$.

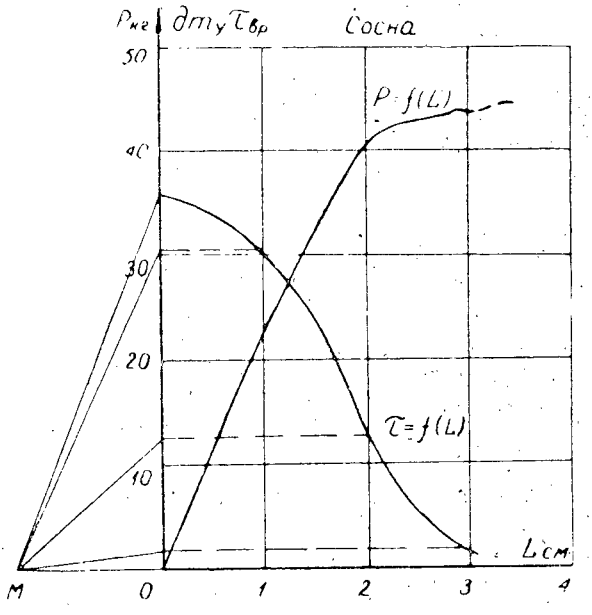


Рис. 5. Характер распределения скалывающих напряжений в древесине

Масштаб $dm_y = \frac{m_x m_y}{OM} = \frac{0{,}05 \cdot 0{,}5}{30} = 0{,}0089.$

Как уже отмечалось выше, несущая способность сдвигаемого слоя коры определяется площадью эпюры касательных напряжений. Следовательно, усилие, прикладываемое к короснимателю, составит

$$P = \int_0^x \frac{1}{\alpha e^{\frac{\gamma x^2}{n}}} dx.$$

Изложенная теория окорки древесины может быть положена в основу расчета корообдирочных станков.

Поступила в редакцию
7 мая 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ ОТВАЛА БУЛЬДОЗЕРА

А. Е. МИТРОФАНОВ

Старший научный сотрудник

(Центральный научно-исследовательский институт механизации и энергетики лесной промышленности)

На строительстве лесозаготовительных предприятий в настоящее время широко используется бульдозер. Несмотря на то, что от производительности этой машины зависят многие качественные и количественные показатели, теоретических исследований ее параметров и режимов работы проведено очень мало.

Рассмотрим вопрос определения усилий, возникающих при работе отвала бульдозера.

Общее суммарное горизонтальное усилие при работе отвала бульдозера равно сумме главных его составляющих

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4.$$

P_1 — усилие, необходимое для сдвига и деформации элемента стружки. Для его определения (на основе теоретических предпосылок) И. Я. Айзенштоком [1] и А. Н. Зеленин [4] предложили специальные формулы, однако расчетное усилие P_1, полученное по этим формулам, значительно расходится с данными опыта.

Усилие на преодоление сопротивления подъему грунта по отвалу P_2 определяем по формуле И. М. Эвентова [2], а усилие P_3, необходимое для перемещения призмы волочения и отвала, определяем из зависимости

$$P_3 = Q_1 \operatorname{tg} \varphi + Q_2 \operatorname{tg} \rho,$$

где Q_1 — вес призмы волочения;

Q_2 — вес отвала;

φ — угол внешнего трения;

ρ — угол трения отвала о грунт.

Усилие P_4, преодолевающее сопротивление режущей кромки отвала вдавливанию, принимаем по Зеленину [4].

Остальные усилия, не входящие в суммарное горизонтальное усилие, имеют незначительную величину и без ущерба для точности расчета могут быть отброшены.

Теперь мы непосредственно остановимся на определении усилия P_1.

Исследователи, изучавшие физические явления, происходящие при деформациях твердых тел, наблюдали аналогичную картину в грунтах.

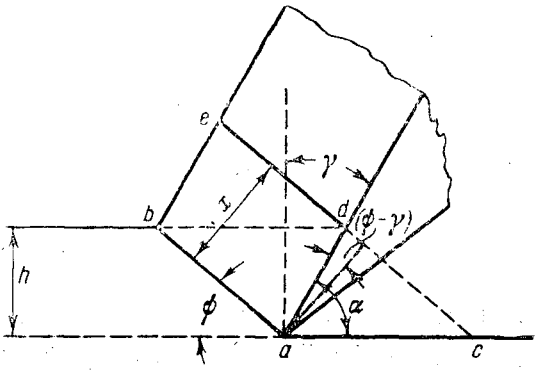


Рис. 1. Схема определения величины относительного сдвига при резании грунта.

Ссылки на подобные аналогии можно встретить в работах А. Н. Зеленина [4], В. Д. Кузнецова [5] и др.

Установлено, что при сжатии, растяжении, вдавливании пуансона и изгибе всех пластических материалов зависимость напряжений от деформаций (в пределах пластичности) выражается законом политропы.

На основе этого положения можно рассматривать грунт как пластичный материал и при расчетах величины P_1 применить закон формоизменения пластического тела. Сущность его заключается в том, что количество удельной потенциальной энергии пластического тела при изменении формы, в период его необратимой деформации, является величиной постоянной, не зависящей от вида деформации.

Пользуясь этим законом, можно приравнять удельные работы пластических деформаций при резании и при сжатии, считая их эквивалентными.

Наиболее характерными показателями деформации как при резании, так и при сжатии, является величина относительного сдвига ε. Для ее определения рассмотрим процессы, происходящие при резании грунта отвалом.

На рис. 1 показана схема работы режущей части отвала. Представим, что отвал срезает слой грунта толщиною h. Рассмотрим перемещение резца из точки c в точку a.

При движении отвала происходит сжатие грунта рабочей поверхностью ad и формирование стружки. Сжатие продолжается до тех пор, пока силы, сжимающие и стремящиеся сдвинуть некоторый объем грунта ($abed$), не станут равны силам сцепления частиц грунта в плоскости ab. Малейшее продвижение режущей кромки отвала за точку a приведет к нарушению равновесия и сдвигающие силы превзойдут по своей величине силы сцепления.

На рис. 1, как и в тексте, приняты обозначения:

ψ — угол наклона плоскости сдвига (или плоскости предельного равновесия);

$\gamma = 90° - \alpha$ — угол между рабочей поверхностью отвала и вертикалью.

Размерность величин во всех формулах принята следующая: углы — в градусах; линейные размеры — в *см*; усилия — в *кг*.

Величина относительного сдвига при резании равна

$$\varepsilon_{рез} = \frac{ab}{x} = \frac{cd}{x} = \frac{de}{x}. \qquad (1)$$

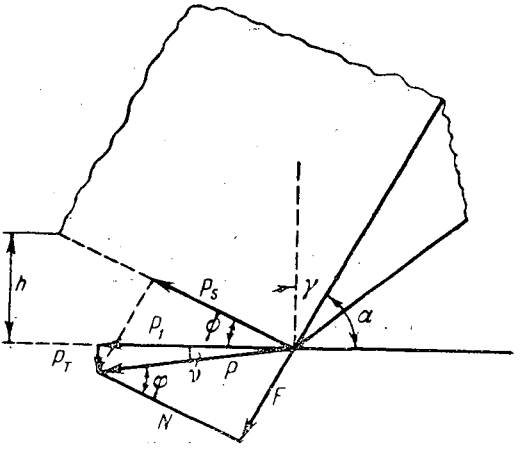


Рис. 2. Схема расположения сил.

Величины *ab, cd* и *de* на основании простейших геометрических рассуждений могут быть определены по формуле

$$ab = cd = de = x \operatorname{ctg} \psi + x \operatorname{tg} (\psi - \gamma).$$

Величину относительного сдвига при сжатии принимаем по Н. Н. Давиденкову [3]:

$$\varepsilon_{сж} = 1{,}5 \ln \frac{h_0}{h}, \tag{2}$$

где h_0 и h — высота образца до и после сжатия.

Приравнивая относительный сдвиг при резании и при сжатии

$$\operatorname{ctg} \psi + \operatorname{tg} [\psi - (90 - \alpha)] + 1{,}5 \ln \frac{h_0}{h},$$

получим значение степени деформации, выраженное через ψ и α

$$\frac{h_0}{h} = e^{0{,}666 [\operatorname{ctg} \psi + \operatorname{tg} (\psi + \alpha - 90)]}, \tag{3}$$

где e — основание натуральных логарифмов.

Удельная работа сдвига, отнесенная к 1 $м^3$ стружки, при резании (см. рис. 2, на нем местом приложения сил условно принята режущая кромка) подсчитывается следующим образом:

Определяется сила, действующая в плоскости сдвига

$$P_S = \tau \frac{hl}{\sin \psi} = R \cos (\nu + \psi),$$

где $\nu = \varphi - (90 - \alpha) = \varphi + \alpha - 90$,

$$R = \frac{P_1}{\cos \nu} = \frac{P_T}{\sin \nu}.$$

Касательное напряжение в плоскости сдвига равно

$$\tau = \frac{P_1}{hl} \frac{\sin \psi \cos (\nu + \psi)}{\cos \nu} = \frac{P_T}{hl} \frac{\sin \psi \cos (\nu + \psi)}{\sin \nu}, \tag{4}$$

где угол ν может быть найден из выражения $\operatorname{tg} \nu = \frac{P_T}{P_1}$.

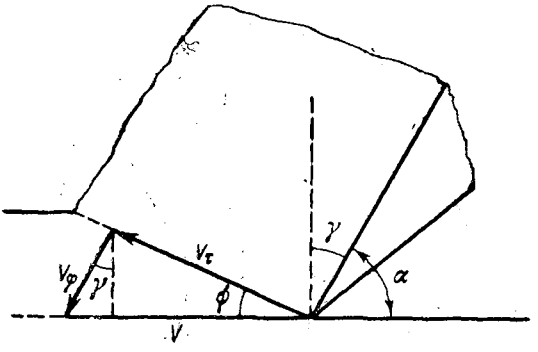


Рис. 3. Схема скоростей

Схема скоростей (рис. 3) дает возможность установить уравнения скоростей сдвига v_τ и трения v_φ.

$$v_\tau = v\,\frac{\cos(90-\alpha)}{\cos(\psi+\alpha-90)},$$

$$v_\varphi = v\,\frac{\sin\psi}{\cos(\psi+\alpha-90)}.$$

Удельная работа сдвига при резании

$$A_{w_\tau} = \tau\,\frac{\cos(90-\alpha)}{\cos(\psi+\alpha-90)\sin\psi}.$$

Пользуясь аналитической зависимостью, установленной Розенбергом и Ереминым [6], которые доказали, что выражение

$$\frac{\cos(90-\alpha)}{\cos(\psi+\alpha-90)\sin\psi} = \varepsilon,$$

то есть относительному сдвигу, получаем окончательное выражение для удельной работы сдвига при резании:

$$A_{w_\tau} = \tau\varepsilon.$$

Удельная работа трения при сдвиге:

$$A_{w_\varphi} = \frac{Ev_\varphi}{hlv}\,\frac{P_1\sin\varphi\sin\psi}{hl\cos\nu\cos(\psi+\alpha-90)}. \qquad (5)$$

Сумма удельных работ сдвига и трения равна общей удельной работе, производимой передней гранью отвала. После некоторых преобразований, с учетом зависимости угла внешнего трения $\varphi = \nu + 90 - \alpha$, получим формулу общей удельной работы

$$A_{w_\tau} + A_{w_\varphi} = \frac{P_1}{hl}\left[\frac{\cos(\nu+\psi)\cos(90-\alpha)+\sin(\nu+90-\alpha)\sin\psi}{\cos\nu\cdot\cos(\psi+\alpha-90)}\right].$$

Выражение, заключенное в квадратные скобки, равно единице.

$$A_{w_\tau} + A_{w_\varphi} = \frac{P_1}{hl} = A_w. \qquad (6)$$

Отсюда можно определить удельную работу сдвига, как одного из составляющих, на основе зависимостей (5) и (6):

$$A_{w_\tau} = A_w - A_{w_\varphi} = \frac{P_1}{hl}\left[1 - \frac{\sin\varphi\cdot\sin\psi}{\cos\nu\cdot\cos(\psi+\alpha-90)}\right].$$

Удельную работу при сжатии принимаем по Розенбергу и Еремину.

$$A_{w_{сж}} = \frac{\sigma_0}{n}\left[\left(\frac{h_0}{h}\right)^n - 1\right], \quad (7)$$

где σ_0 — условный предел текучести, устанавливаемый политропической зависимостью истинного напряжения от деформации сжатия в *кг/см*^{2};

n — показатель политропы сжатия.

Удельную работу при сжатии приравниваем к удельной работе деформации сдвига при резании:

$$A_{w_{сж}} = A_{w_\tau}$$

$$\frac{\sigma_0}{n}\left[\left(\frac{h_0}{h}\right)^n - 1\right] = \frac{P_1}{hl}\left[1 - \frac{\sin\varphi \cdot \sin\psi}{\cos\gamma\cos(\psi + \alpha - 90)}\right]. \quad (8)$$

Подставляем в равенство (8) выражение (3). Решая относительно P_1, получим

$$P_1 = \frac{\sigma_0}{n} hl \frac{e^{0{,}666\,[\operatorname{ctg}\psi + \operatorname{tg}(\psi + \alpha - 90)]} - 1}{1 - \frac{\sin\varphi \cdot \sin\psi}{\cos\gamma\cos(\psi + \alpha - 90)}}. \quad (9)$$

Для средних суглинистых грунтов наименьшее усилие резания P_1 определяется при угле резания около 42—45°. Поэтому применение в отвалах бульдозера угла резания в 55—57° не является хорошим решением.

Предлагаемый нами метод определения решающего усилия P_1 позволяет осуществить такую установку отвала бульдозера, при которой производительность будет наибольшей.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. Я. Айзеншток. К построению физической теории резания грунтов. Резание грунтов. Сб. АН СССР, М., 1951. [2]. А. И. Анохин, И. М. Эвентов и др. Дорожные машины. Дориздат, М., 1950. [3]. Н. Н. Давиденков. О кривой течения Лудвика. Изв. АН СССР, отд. техн. наук, № 4—5, 1944 [4]. А. Н. Зеленин. Физические основы теории резания грунтов, АН СССР, М.-Л., 1950. [5]. В. Д. Кузнецов. Физика твердого тела, т. II, V изд., «Красное Знамя», Томск, 1941. [6]. А. М. Розенберг, А. Н. Еремин. Элементы теории процесса резания металлов. Машгиз, М., Свердловск, 1956.

Поступила в редакцию
15 января 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ПРИМЕНЕНИЕ ГРУНТОЩЕБНЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГАХ

А. Н. ДОЛГОВ

Кандидат технических наук

(Воронежский лесотехнический институт)

На автомобильных лесовозных дорогах в связи с большегрузными перевозками наиболее широкое применение должны получить каменные покрытия. При выборе типа каменного покрытия следует отдавать предпочтение конструкциям, при которых используются местные материалы и возможна широкая комплексная механизация в процессе строительства и эксплуатации дороги. В условиях лесозаготовительной промышленности, магистральные лесовозные дороги отличаются сравнительно малой интенсивностью движения, поэтому здесь, наряду с гравийными и щебеночными покрытиями, широкое применение должны найти грунтощебеночные покрытия из материалов, не обладающих в чистом виде свойством цементации при прокатке. Это, прежде всего, относится к песчаникам и кварцитам, которые имеют довольно широкое распространение.

Исходные материалы и их соотношения могут изменяться в грунтощебне в довольно широких пределах. При определении состава грунтощебня следует исходить из условий, при которых в возможно большей степени использовалась бы положительная роль грунта, как вяжущего вещества. Кроме того, необходимо учитывать характер действующих усилий в покрытии.

Для обеспечения прочности всей конструкции дорожной одежды важное значение имеет жесткость грунтового основания, характеризуемая модулем деформации, а для обеспечения устойчивости и сопротивления износу верхнего слоя покрытия важное значение имеет сопротивление сдвигу, обусловливаемое углом внутреннего трения и сцеплением. В верхнем слое покрытия возникает напряжение не только от вертикальной нагрузки, но и от тангенциального усилия, быстро затухающего с глубиной; поэтому для обеспечения его устойчивости, наряду с внутренним трением, весьма важное значение имеет сцепление.

Таким образом, при определении состава грунтощебня, в зависимости от расположения его в конструктивных слоях покрытия, должны быть созданы такие условия, которые обеспечивали бы устойчивость покрытия в целом в процессе эксплуатации. Грунтощебень, предназначенный для нижнего слоя (основания), должен иметь большее значение угла внутреннего трения, что очень важно для обеспечения устойчивости в период увлажнения, а для верхнего слоя должно быть повышено сцепление при сохранении необходимого внутреннего трения.

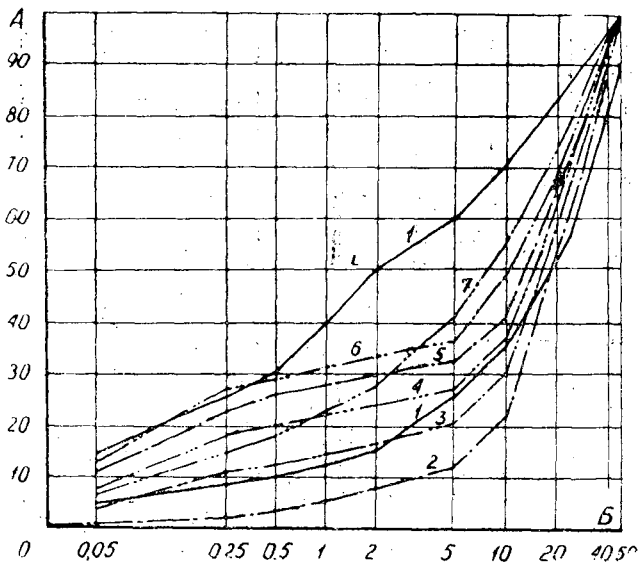


Рис. 1. Кривые грунтощебеночных смесей. *1* — пределы оптимальной смеси по Н. Н. Иванову; *2* — рядовой щебень; *3* — смесь № 1; *4* — смесь № 2; *5* — смесь № 3; *6* — смесь № 4; 7 — смесь № 5. А — количество частиц менее данного размера в %; *Б* — размеры частиц в *мм*.

Нами проводились исследования грунтощебня, как дорожно-строительного материала, с определением основных его характеристик — модуля деформации, угла внутреннего трения, сцепления (в зависимости от соотношения составляющих его компонентов) и влажности. Исследования проводились в лабораторных и полевых условиях.

Исходными материалами грунтощебня при исследовании являлись рядовой щебень песчаника, полученный при одноступенчатом дроблении в щековой камнедробилке, и грунт. Кварцевый мелкозернистый морозоустойчивый песчаник по своей прочности относился к первым трем классам, а по своему химическому составу был однородным и состоял преимущественно из кремнезема (95,9—97,5%). Удельный вес песчаника равнялся 2,64. Грунт с частицами мельче 0,5 *мм*, использованный для приготовления грунтощебеночных смесей, имел верхний предел пластичности частиц 20,4.

Исследовались рядовой щебент из песчаника и пять грунтощебеночных смесей, имевших различную влажность и разный гранулометрический состав; учитывалась также дополнительная дробимость щебня в процессе уплотнения (рис. 1).

Смеси № 1—4 получены добавлением грунта к рядовому щебню, а смесь № 5 составлена по принципу подбора оптимальных смесей с добавлением к рядовому щебню 30% высевок и 20% грунта. Количество грунта по отношению к пористости уплотненного щебня соответствовало: в смеси № 1 — 35%; № 2 — 70%; № 3 — 100%; № 4 — 137% и № 5 — 100%.

Модуль деформации грунтощебня определялся методом вдавливания штампа, а угол внутреннего трения и сцепления — методом среза.

В лабораторных условиях образцы смесей при испытаниях на вдавливание штампа помещались в металлический ящик размерами 720 × 720 × 750 *мм*, а при испытаниях на срез — размерами 300 × 250 × 125 *мм*.

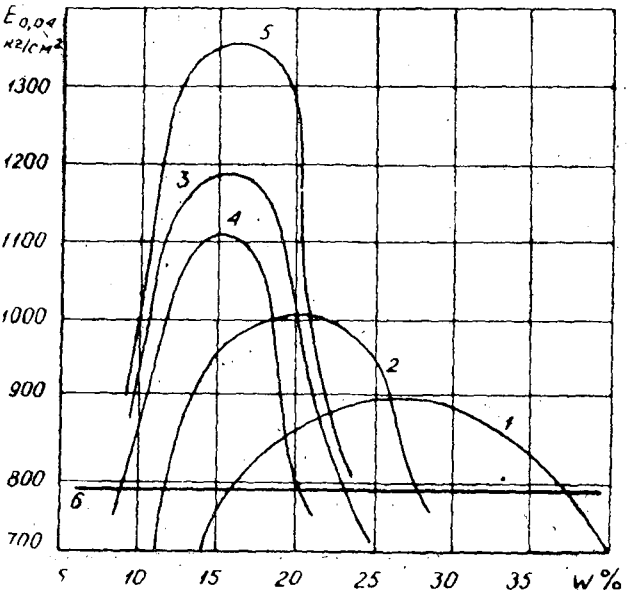


Рис. 2а. Кривые модулей деформации смесей в зависимости от влажности грунта при относительной осадке штампа $\lambda = 0{,}04$. *1* — смесь № 1; *2* — смесь № 2; *3* — смесь № 3; *4* — смесь № 4; *5* — смесь № 5; 6 — щебень песчаника.

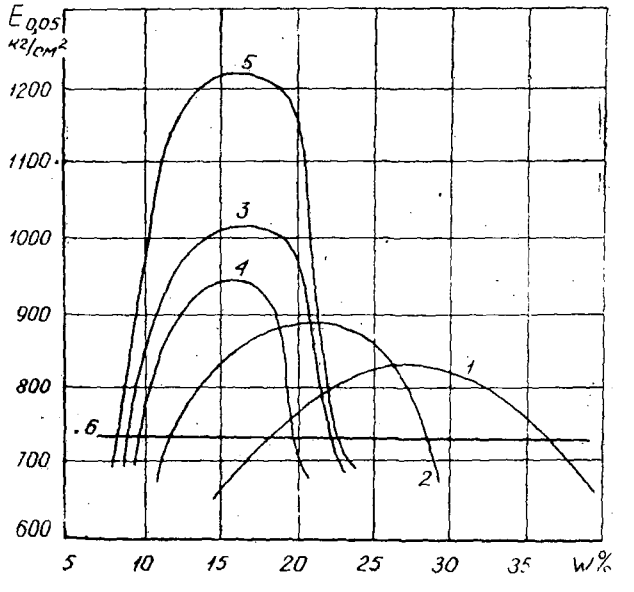


Рис. 2б. Кривые модулей деформации в зависимости от влажности грунта при относительной осадке штампа $\lambda = 0{,}05$. *1* — смесь № 1; *2* — смесь № 2; *3* — смесь № 3; *4* — смесь № 4; *5* — смесь № 5; 6 — щебень песчаника.

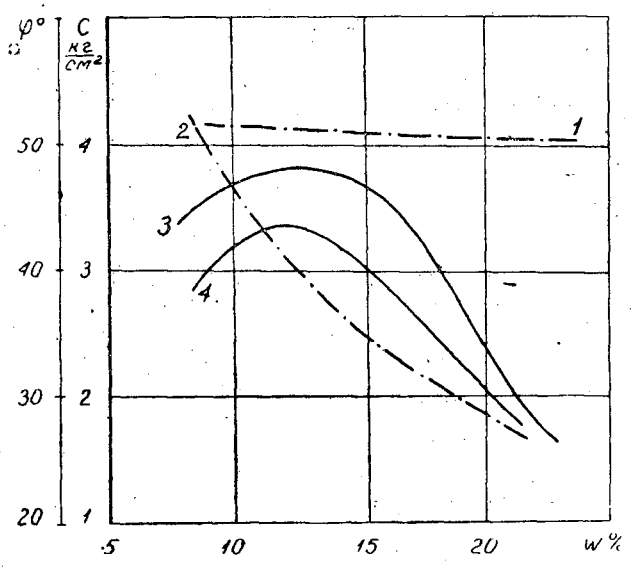


Рис. 3. Кривые зависимостей угла трения (*1* — смеси № 3 и *2* — смеси № 4) и сцепления (*3* — смеси № 3 и *4* — смеси № 4) грунтощебня от количества и влажности грунта.

Нагрузка на штамп и нормальное давление при срезе обеспечивались с помощью 20-тонного гидравлического пресса. Величина деформации при вдавливании штампа определялась индикаторами с точностью до 0,01 *мм*. Горизонтальное усилие при срезе, передаваемое от трехтонной лебедки, фиксировалось пружинным динамографом. Диаметр штампа (20 *см*) был установлен расчетом, при этом учитывался гранулометрический состав смеси и размер ящика. При испытаниях в полевых условиях нагрузка на штамп передавалась от трактора С-80 через специальное приспособление.

В процессе испытаний были установлены значения модулей деформации рядового щебня песчаника и грунтощебеночных смесей, в зависимости от количества грунта и степени его влажности (W%), при относительных осадках штампа $\lambda = 0{,}04$ и 0,05 (рис. 2, *а* и 2, *б*).

Наибольшие модули деформации при весовой влажности грунта до 18% имеют смеси № 5 и № 3. Количество грунта в этих смесях соответствует пористости уплотненного щебня. При этих условиях сохраняется величина угла внутреннего трения, а сцепление приобретает наибольшее значение. При дальнейшем увеличении влажности модули деформации этих смесей резко падают и при влажности грунта более 23% становятся меньше модуля деформации чистого щебня. При содержании грунта в смеси в количестве, превышающем пористость уплотненного щебня (смесь № 4), модуль деформации заметно падает и имеет меньшее значение по сравнению с модулем деформации смеси № 3. Это объясняется тем, что грунт в данном случае не только заполняет поры, но и образует среду, в которой щебенки занимают как бы «плавающее» положение, вследствие чего при увлажнении резко падает угол внутреннего трения и сцепления (рис. 3). Меньшие модули деформации, вследствие меньшего значения сцепления, имеют смеси № 2 и № 1, в которых количество грунта меньше пористости уплотненного щебня.

Из рисунков 2, *а* и 2, *б* видно, что модуль деформации при увлажнении тем медленнее падает, чем меньше количество грунта в смеси.

Выводы

1. В грунтощебне, предназначенном для устройства основания под усовершенствованные покрытия, должно быть обеспечено сохранение возможно большего значения угла трения при увлажнении. В такой смеси при использовании щебня из (каменных) материалов, не поддающихся укатке, количество грунта надо принимать в пределах 0,5—0,7 от пористости уплотненного щебня. Назначение грунта в этом случае — обеспечить укатку щебня.

2. При использовании грунтощебня для устройства верхнего слоя покрытия, в котором важную роль в обеспечении устойчивости в процессе эксплуатации играет сцепление, количество грунта должно соответствовать пористости уплотненного щебня. При этих условиях грунтощебеночное покрытие будет оказывать более высокое сопротивление сдвигу в сухую погоду.

3. Если на грунтощебеночном покрытии не предусматривается устройство замыкающего (защитного) слоя с применением органических вяжущих материалов, то в этом случае целесообразно устраивать его двухслойным. При этом количество грунта, предназначенного для нижнего или верхнего слоев, берется различное (см. п. 1 и 2). Толщину верхнего слоя грунтощебня следует принимать примерно равной одной трети общей толщины покрытия, установленной расчетом, но не меньше размера самой крупной фракции щебня. Наличие грунта в верхнем слое грунтощебня в количестве, равном пористости уплотненного щебня, также ограничивает возможность увлажнения основания за счет протекания воды через покрытие при выпадении осадков в виде дождя, что положительно влияет на прочность дорожной одежды в целом.

4. Подбор грунтощебня по принципу «плавающих» щебенок, то есть с количеством грунта, превышающим пористость уплотненного щебня, не обеспечивает его устойчивость в процессе эксплуатации. Покрытие из такого состава грунтощебня, вследствие малого угла трения и уменьшения сцепления при увлажнении, будет подвергаться значительным деформациям в процессе эксплуатации.

5. Смесь № 5, составленная по принципу подбора оптимальных смесей, имеет больший модуль деформации, чем смесь № 3, состоящая из рядового щебня песчаника и грунта. Однако следует отметить, что для приготовления такой смеси при использовании щебня песчаника требуется введение промежуточных фракций, для чего необходимо или дополнительное дробление камня с целью получения мелких фракций, или организация двухступенчатого дробления, что значительно усложняет технологический процесс. Кроме того, модуль деформации смеси № 5 при влажности грунта выше 21% мало отличается от модуля деформации смеси № 3. Это обстоятельство указывает на то, что использование смеси № 5 для устройства верхнего слоя покрытия практически не дает преимуществ.

6. Применение грунтощебня для устройства покрытий на лесовозных автомобильных дорогах, с использованием местных материалов, не поддающихся в чистом виде укатке, позволит при наименьших затратах средств значительно усилить темпы строительства лесовозных дорог с твердым покрытием и тем самым улучшить условия эксплуатации лесовозного автотранспорта и снизить себестоимость перевозок.

Поступила в редакцию
16 ноября 1958 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ОБ ОЦЕНКЕ СЦЕПЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО КОЛЕСА С ДОРОГОЙ

Ю. Д. СИЛУКОВ

Преподаватель

(Уральский лесотехнический институт)

Теоретическое решение вопроса о наиболее точной, простой и правильной оценке сцепления при движении автомобильного колеса (как на твердой дороге, так и на мягком грунте) имеет важное значение для лесотранспорта.

Способность автомобильного колеса при вертикальной нагрузке воспринимать или передавать касательные силы во время взаимодействия с дорогой принято оценивать коэффициентом сцепления. Коэффициент сцепления φ представляет собой отношение максимальной силы T_φ (силы сцепления), вызывающей перемещение опорной поверхности колеса, к нормальной реакции G, действующей на колесо:

$$\varphi = \frac{T_\varphi}{G}. \qquad (1)$$

Обычно T_φ определяется (как для твердой дороги, так и для мягкого грунта) из выражения

$$T_\varphi = \frac{M_\varphi^{max}}{r_д}, \qquad (2)$$

где M_φ^{max} — максимальное значение момента сцепления;

$r_д$ — динамический радиус, равный расстоянию от оси колеса до поверхности твердой дороги или до дна колеи на мягком грунте.

Определение T_φ по равенству (2) не всегда будет правильным.

Для дальнейших расчетов необходимо указать некоторые зависимости и наименования отдельных величин.

1. Под горизонтальной реакцией T со стороны дороги понимается аддитивная первообразная функция области удельных касательных горизонтальных сил τ по площади поверхности контакта

$$T = \int_F \tau_{(\alpha)} dF; \qquad (3)$$

где F — площадь поверхности контакта колеса с дорогой.

Силой сцепления T_φ называется максимально возможное значение реакции T.

2. Угол α характеризует положение любой точки на поверхности контакта.

3. Расстояние от центра колеса до горизонтальной плоскости, в которой действует сила T_φ или реакция T (равнодействующая всех касательных элементарных сил $\tau_{(\alpha)}$) называется силовым радиусом r_c.

4. Моментом сцепления M_φ называется произведение Tr_c.

5. Эпюра распределения касательных напряжений принимается пропорциональной эпюре распределения удельных давлений.

$$\tau'_{(\alpha)} = \varphi' q_{(\alpha)} \tag{4}$$

$$\tau''_{(\alpha)} = \varphi'' q_{(\alpha)}, \tag{5}$$

где $\tau'_{(\alpha)}$ — удельная горизонтальная касательная сила, действующая на элемент шины, который находится на грани скольжения;

φ' — статический коэффициент сцепления (характеризует сцепление элементов, которые находятся на грани скольжения);

$q_{(\alpha}$ — нормальное удельное давление, действующее на элементы шины на поверхность ее контакта с дорогой;

$\tau''_{(\alpha)}$ — удельная горизонтальная касательная сила, действующая на элемент шины, который скользит по дороге;

φ'' — динамический коэффициент сцепления (характеризует сцепление скользящих элементов шины).

6. Принимается, что $\varphi' > \varphi''$.

На рис. 1 показано ведущее колесо, катящееся по твердой дороге, на которое действует вертикальная нагрузка G и крутящий момент $M_к$. Возьмем на поверхности контакта шины точку N, положение которой определяется углом α. В точке N будет приложена горизонтальная удельная сила $\tau_{(\alpha}$.

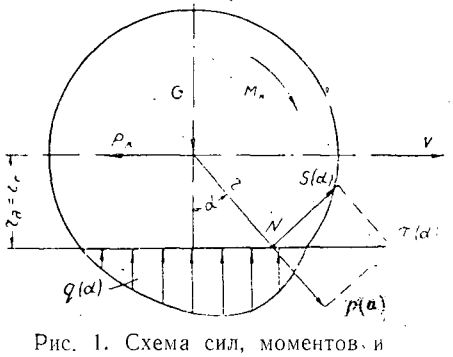


Рис. 1. Схема сил, моментов и реакций, действующих на ведущее колесо, при качении по твердой дороге.

Разложим силу $\tau_{(\alpha}$ на две составляющие — $S_{(\alpha)}$ (направленную перпендикулярно к текущему радиусу r) и $P_{(\alpha)}$ (действующую по направлению радиуса r).

Элементарный момент сцепления dM_φ относительно оси колеса будет равен

$$dM_\varphi = rS_{(\alpha)}dF, \tag{6}$$

где dF — элементарная площадь поверхности, на которую действует сила $S_{(\alpha)}$.

Из рис. 1 следует:

$$r = \frac{r_д}{\cos\alpha}, \tag{7}$$

где $r_д$ — динамический радиус колеса

$$S_{(\alpha)} = \tau_{(\alpha)} \cdot \cos\alpha. \tag{8}$$

Возьмем интеграл по всей площади поверхности F контакта колеса с дорогой, тогда выражение (6) перепишется в следующем виде:

$$M_\varphi = \int_F rS_{(\alpha)}dF. \tag{9}$$

Подставим в выражение (9) значения r и $S_{(\alpha)}$ из равенств (7) и (8), тогда

$$M_\varphi = r_д \int_F \tau_{(\alpha)} dF. \tag{10}$$

С учетом равенства (3) получаем:

$$M_\varphi = r_д T. \tag{11}$$

Следовательно, для твердой дороги $r_с = r_д$, то есть при качении колеса по твердой дороге силовой радиус $r_с$ равен расстоянию от оси колеса до поверхности дороги. В этом случае определение $r_с$ не представляет трудности и φ может быть найден из выражения

$$\varphi = \frac{T_\varphi}{G} \frac{M_\varphi^{max}}{r_д G}. \tag{12}$$

В приведенных выше равенствах не учитывалось проскальзывание отдельных элементов шины при непосредственном контакте с дорогой. С учетом частичного проскальзывания получаем

$$M_\varphi = r_с \int_{F'} \tau'_{(\alpha)} dF + r_с \int_{F''} \tau''_{(\alpha)} dF, \tag{13}$$

где F' и F'' — площади поверхности контакта, соответствующие $\tau'_{(\alpha)}$ и $\tau''_{(\alpha)}$;

$$\int_{F'} \tau'_{(\alpha)} dF + \int_{F''} \tau''_{(\alpha)} dF = T.$$

Тогда формула (13) примет вид

$$M_\varphi = T r_с. \tag{14}$$

Для случая, когда часть элементов шины находится на грани скольжения, а остальная часть проскальзывает, уравнение для силы сцепления T_φ примет следующий вид:

$$T_\varphi = \varphi' \int_{F'} q_{(\alpha)} dF + \varphi'' \int_{F''} q_{(\alpha)} dF. \tag{15}$$

При вынесении φ' и φ'' за знак интеграла сделано допущение, что они представляют собой постоянные величины. В действительности φ' и φ'' являются переменными.

Равенство (15) позволяет придти к выводу, что в случае частичного проскальзывания элементов шины при контакте точка T_φ не совпадает с точкой приложения центра давления равнодействующей на эпюре $q_{(\alpha)}$. Напряженность $\frac{\tau_{(\alpha)}}{q_{(\alpha)}}$ для отдельных элементов шины при непосредственном контакте с дорогой будет различной. Проскальзывать будут те элементы, у которых напряженность равна φ, оставаться в покое те, у которых она менее φ.

На рис. 2 показана схема сил, моментов и реакций, действующих на ведущее колесо при его качении по мягкому грунту, без учета сил, затрачиваемых на угон грунта в горизонтальном направлении.

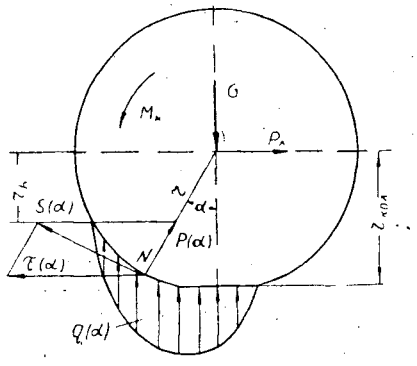


Рис. 2. Схема сил, моментов и реакций, действующих на ведущее колесо, при качении по мягкому грунту.

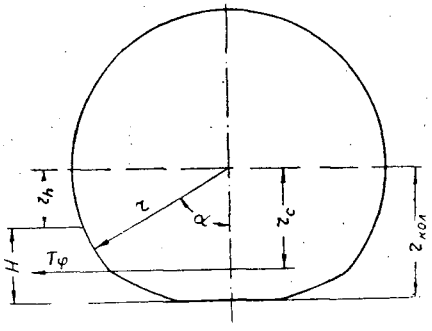


Рис. 3. Схема качения колеса по мягкому грунту.

Предположим, что уравнение деформируемой поверхности шины в контакте с опорной поверхностью имеет вид

$$r = r_{кол} f_{(\alpha)}, \tag{16}$$

где $r_{кол}$ — расстояние от оси колеса до дна колеи ($r_{кол} = r_д$).

Так как $r \geqslant r_{кол}$, то $f_{(\alpha)} \geqslant 1$.

Момент сцепления M_φ находится из выражения

$$M_\varphi = \int_F r_{кол} f_{(\alpha)} \tau_{(\alpha)} \cos\alpha \, dF. \tag{17}$$

Обозначим

$$f_{(\alpha)} \cos\alpha = f^*_{(\alpha)}. \tag{18}$$

Тогда выражение (17) примет вид

$$M_{(\varphi)} = r_{кол} \int_F \tau_{(\alpha)} f^*_{(\alpha)} \, dF. \tag{19}$$

С учетом равенств (19) и (3) можно написать

$$r_c = \frac{M_{(\varphi)}}{T} = r_{кол} \frac{\int_F \tau_{(\alpha)} f^*_{(\alpha)} dF.}{\int_F \tau_{(\alpha)} dF}. \tag{20}$$

Интегралы в числителе и знаменателе выражения (20) являются определенными числами и их отношение есть конечное число.

Из равенств (16) и (18) имеем

$$f^*_{(\alpha)} = \frac{r}{r_{кол}} \cos\alpha. \tag{21}$$

Из рис. 3 следует, что

$$r_{кол} \geqslant r \cos\alpha \geqslant r_h. \tag{22}$$

где r_h — расстояние по вертикали от оси колеса до недеформированной поверхности грунта.

Принимая во внимание формулы (20), (21) и (22), можно написать следующее неравенство

$$r_{кол}\frac{\int\limits_F \tau_{(\alpha)}\frac{r_{кол}}{r_{кол}}dF}{\int\limits_F \tau_{(\alpha)}dF} \geqslant r_c \geqslant r_{кол}\frac{\int\limits_F \tau_{(\alpha)}\frac{r_h}{r_{кол}}dF}{\int\limits_F \tau_{(\alpha)}dF}. \qquad (23)$$

После сокращения получим

$$r_{кол} \geqslant r_c \geqslant r_h.$$

Таким образом, для случая твердой дороги и эластичного колеса

$$r_c = r_h = r_д \text{ и } T_\varphi = \frac{M_\varphi^{max}}{r_д}.$$

Для случая мягкого грунта и эластичного колеса

$$r_h \neq r_c \neq r_{кол} \text{ и } T_\varphi \neq \frac{M_\varphi^{max}}{r_{кол}} \text{ или } T_\varphi \neq \frac{M_\varphi^{max}}{r_д}.$$

Для случая, когда часть элементов шины проскальзывает, а остальные находятся на грани скольжения, r_c найдется из равенства

$$r_c = r_{кол}\frac{n\int\limits_{F'} f^*_{(\alpha)}q_{(\alpha)}dF + \int\limits_{F''} f^*_{(\alpha)}q_{(\alpha)}dF}{n\int\limits_{F'} q_{(\alpha)}dF + \int\limits_{F''} q_{(\alpha)}dF}, \qquad (24)$$

где $n = \frac{\varphi'}{\varphi''} > 1.$

Для шины, имеющей форму сферы (арочной), при полном буксовании и скольжении, пренебрегая ее деформацией, так как она мала по сравнению с деформацией грунта, можно написать

$$r_c = r_{кол}\frac{\int\limits_F \frac{r\cos\alpha}{r_{кол}}q_{(\alpha)}dF}{\int\limits_F q_{(\alpha)}dF}. \qquad (25)$$

Сопротивление грунта вдавливанию с увеличением глубины погружения колеса обычно определяется по известной (из механики грунтов) эмпирической формуле

$$q_z = q_0 z^\mu, \qquad (26)$$

где q_z — сопротивление грунта вдавливанию на глубине равной z;

q_0 — сопротивление грунта вдавливанию на глубине равной единице;

μ — параметр, характеризующий возрастание сопротивления грунта смятию с увеличением глубины погружения колеса.

Принимая, что на эпюре удельные давления распределяются по формуле (26), и подставив значение q_z, после решения получим

$$r = \frac{\frac{(H-R)^{\mu}}{2}[R^2-(R-H)^2] + \mu\frac{(H-R)^{\mu-1}}{3}[R^3-(R-H)^3] + \frac{\mu(\mu-1)}{1\cdot 2}\frac{(H-R)^{\mu-2}}{4}[R^4-(R-H)^4]+\cdots}{(H-R)^{\mu}[R-(R-H)] + \mu\frac{(H-R)^{\mu-1}}{2}[R^2-(R-H)^2] + \frac{\mu(\mu-1)}{1\cdot 2}\frac{(H-R)^{\mu-2}}{3}[R^3-(R-H)^3]+\cdots} \quad (27)$$

Например, для арочной шины 1140×700 при глубине колеи $H = 150$ *мм* и радиусе $R = 570$ *мм* силовой радиус будет равен

при $\mu = 0$; $r_c = 496$ *мм*;
при $\mu = 1$; $r_c = 520$ *мм*.

Из приведенных данных видно, что с увеличением параметра μ точка приложения равнодействующей всех касательных сил приближается к основанию колеи.

Из формулы (24) видно, что при качении колеса по мягкому грунту для вычисления r_c нужно знать: уравнение деформируемой поверхности шины, уравнение распределения удельных давлений по площади поверхности контакта и распределение по площади поверхности проскальзывающих и непроскальзывающих элементов шины. В этом случае, как показывает приведенный пример определения r_c, вычисление силы сцепления по формуле $T_{\varphi} = \frac{M_{\varphi}^{max}}{r_c}$ представляет значительные трудности. Поэтому наиболее просто и точно сцепление шины на мягком грунте можно оценивать моментом сцепления.

Поступила в редакцию
30 декабря 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА РЕЖУЩЕЙ ПЛАСТИНКИ

С. А. ВОСКРЕСЕНСКИЙ

Доцент, кандидат технических наук

(Московский лесотехнический институт)

Рассмотрим состояние упругой прямоугольной пластинки, концы которой жестко закреплены в опорах (рис. 1). Левая опора неподвижна, а правую можно перемещать в направлении, параллельном плоскости пластинки с целью ее натяжения.

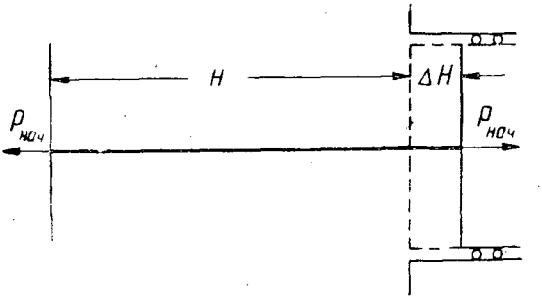


Рис. 1. Натянутая режущая пластинка.

Сначала пластинка находится в свободном состоянии. Никаких внешних сил к ней не приложено; действием собственного веса пластинки пренебрегаем. Свободную длину (пролет) пластинки обозначим через H, толщина пластинки равна b, ширина — l_0.

Для большей жесткости режущая пластинка должна быть натянута силами, действующими параллельно ее переднему режущему краю [1]. Приложим к правой опоре начальную растягивающую силу $P_{нач}$ (рис. 1). Эта сила вызовет удлинение пластинки на величину ΔH и смещение правой опоры вправо на ту же величину. Пластинка окажется в состоянии предварительного натяжения, равномерно распределенного по ее ширине.

Во время резания пластинка испытывает давление со стороны древесины. Как было выяснено нами [1], при этом возникают силы, действующие как в плоскости пластинки, так и перпендикулярно к ней. Рассмотрим действие сил, направленных перпендикулярно плоскости пластинки. Было установлено, что в общем случае, когда толщина отрезаемой дощечки (стружки) меньше толщины остающейся части за-

готовки, давление древесины на верхнюю и нижнюю грани пластинки неодинаково. Избыточное поперечное давление q на единицу ширины пластинки было принято одинаковым по всей ее ширине. При равномерном распределении давления нагрузка на единицу ее длины (пролета) будет

$$q_1 = q \cdot l_п \ кг/мм. \qquad (1)$$

При анализе процесса резания древесины тонкой пластинкой рассматривается ее элемент длиной в 1 *мм*, так как можно предполагать, что условия резания, а также состояние самой пластинки в различных точках ее длины одинаковы. Такое предположение тем ближе к действительности, чем больше жесткость пластинки, то есть, чем меньше прогиб

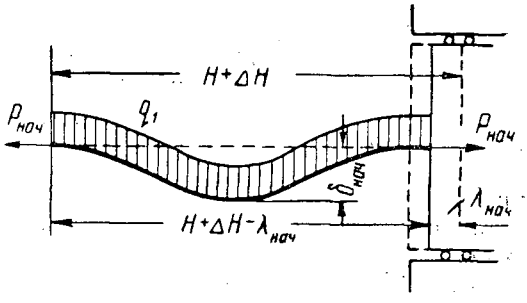


Рис. 2. Натянутая и нагруженная режущая пластинка.

под действием поперечной изгибающей нагрузки q_1. (Нагрузка по длине пластинки не может быть распределена равномерно, а должна уменьшаться от концов к середине. Однако расчет растянутой пластинки, изгибаемой неравномерно распределенной поперечной нагрузкой, весьма сложен. Поэтому для упрощения предположим, что на пластинку действует поперечная изгибающая нагрузка, равномерно распределенная по длине пластинки и равная q_1).

Состояние пластинки под действием силы $P_{нач}$ и нагрузки q_1 изображено на рис. 2.

Поперечная равномерно-распределенная нагрузка вызывает прогиб пластинки, наибольшая величина которого $\delta_{нач}$ будет посередине пролета. Величина прогиба зависит от природы растягивающей силы $P_{нач}$ и наличия фиксации правой опоры. Если, например, натяжение режущей пластинки осуществляется грузом, то фиксации правой опоры не требуется; величина растягивающей силы не зависит от положения этой опоры. В этом случае приложение к натянутой пластинке нагрузки q_1 влечет за собой смещение правой опоры влево на величину $\lambda_{нач}$, причем величина начальной растягивающей силы не изменяется. Величины $\delta_{нач}$, q_1, $P_{нач}$, $\lambda_{нач}$ находятся между собой в функциональной связи. При винтовом натяжении режущей пластинки каждому значению величины силы $P_{нач}$ соответствует определенное фиксированное положение правой опоры. Поэтому приложение к натянутой пластинке нагрузки q_1 не сопровождается смещением правой опоры, а потому вызывает возрастание силы, растягивающей пластинку, по сравнению с ее начальной величиной $P_{нач}$.

Допустим, что система натяжения пластинки грузовая. Увеличивая груз, доведем величину растягивающей силы от $P_{нач}$ до значения P; таким образом, растягивающая сила увеличилась на величину

$$\Delta P = P - P_{нач}. \tag{2}$$

Из рис. 2 очевидно, что увеличивая растягивающую силу и сохраняя неизменной поперечную изгибающую нагрузку q_1, мы уменьшим прогиб пластинки. Если силе $P_{нач}$ соответствовал прогиб $\delta_{нач}$, то силе P будет соответствовать прогиб δ; таким образом, прогиб уменьшится на величину

$$\Delta\delta = \delta_{нач} - \delta. \tag{3}$$

При приложении к пластинке дополнительной растягивающей силы ΔP правая опора переместится вправо. (Нетрудно видеть, что всегда можно подобрать такое значение ΔP, при котором правая опора будет занимать начальное положение, указанное на рис. 1). Новое состояние режущей пластинки изображено на рис. 3.

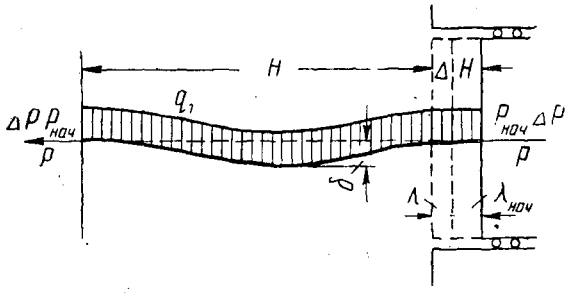


Рис. 3. Режущая пластинка, дополнительно натянутая для уменьшения прогиба.

Для растянутой пластинки при действии поперечной нагрузки в случае заделанных концов прогиб по середине пролета [2] выражается формулой

$$\delta = \frac{q_1 H^4}{384 E I_z} \cdot \varphi_2(u), \tag{4а}$$

где

$$\varphi_2(u) = \frac{24}{u^4}\left[\frac{u(2 - \operatorname{ch} u)}{\operatorname{sh} u} + \frac{u^2}{2}\right], \tag{4б}$$

здесь δ — прогиб пластинки на середине пролета, *мм*;
q_1 — равномерно распределенная поперечная нагрузка, *кг/мм*;
H — пролет, *мм*;
E — модуль упругости материала пластинки, *кг/мм²*;
I_z — момент инерции поперечного сечения пластинки, *мм⁴*.

В этих формулах

$$u = \frac{kH}{2}. \tag{4в}$$

$$k = \sqrt{\frac{P}{EI_z}}. \tag{4г}$$

Подставляя (4г) в (4в), получим

$$u = \frac{H}{2}\sqrt{\frac{P}{EI_z}}. \tag{4}$$

Если выразить I_z через размеры пластинки и, принимая для стали $E = 20\,000$ *кг/мм²*, то

$$u = H\sqrt{\frac{3P}{El_{\text{п}}b^3}} \tag{5а}$$

или

$$u = H\cdot\frac{1}{81{,}7}\sqrt{\frac{P}{l_{\text{п}}b^3}}\,. \tag{5б}$$

Производя такие же подстановки, будем иметь

$$\delta = \frac{q_1H^4}{32\cdot El_{\text{п}}b^3}\,\varphi_2(u).$$

Используя выражение (1) и при $E = 20\,000$ *кг/мм²*, получим

$$\delta = \frac{qH^4}{32E\cdot b^3}\cdot\varphi_2(u), \tag{5в}$$

или

$$\delta = \frac{qH^4}{640\,000b^3}\,\varphi_2(u). \tag{5г}$$

В рассматриваемой пластинке сила P вызывает напряжение растяжения

$$\sigma_{\text{р}} = \frac{P}{l_{\text{п}}b}\,,$$

откуда

$$P = \sigma_{\text{р}}l_{\text{п}}b. \tag{5д}$$

Если подставить (5д) в (5б), то получим

$$u = \frac{1}{81{,}7}\,\frac{H}{b}\sqrt{\sigma_{\text{р}}}\,, \tag{5е}$$

отсюда

$$\sigma_{\text{р}} = 6667u^2\left(\frac{b}{H}\right)^2. \tag{5ж}$$

Для растянутой пластинки при действии поперечной нагрузки изгибающие моменты на концах (где они наибольшие) получаются по формуле

$$M_{x=0} = M_{x=H} = \frac{q_1H^2}{12}\,\psi_2(u), \tag{6а}$$

где

$$\psi_2(u) = \left(\frac{u - \operatorname{th} u}{\operatorname{th} u}\right)\frac{3}{u^2}\,. \tag{6б}$$

Обозначая $M_{x=0} = M_{x=H}$ через M, и имея в виду, что момент сопротивления поперечного сечения пластинки равен $W = \frac{l_{\text{п}}b^2}{6}$, найдем напряжение в пластинке от изгиба

$$\sigma_{\text{п}} = \frac{M}{W}\,\frac{\frac{q_1H^2}{12}\cdot\psi_2(u)}{\left(\frac{l_{\text{п}}b^2}{6}\right)} = \frac{1}{2}\,\frac{q_1}{l_{\text{п}}}\left(\frac{H}{b}\right)^2\psi_2(u). \tag{6в}$$

Используя выражение (1), получим

$$\sigma_{и} = \frac{1}{2}\frac{ql_{п}}{l_{п}}\left(\frac{H}{b}\right)^2\psi_2(u) = \frac{1}{2}q\left(\frac{H}{b}\right)^2\psi_2(u). \qquad (6г)$$

Когда пластинка подвергается одновременно действию и осевых, и поперечных сил, то нормальное напряжение в любом сечении будет равно алгебраической сумме осевых напряжений и напряжений от изгиба. Поэтому наибольшее нормальное напряжение растяжения в пластинке будет равно арифметической сумме напряжений

$$\sigma_{р\ макс} = \sigma_{р} + \sigma_{и}$$

или, подставляя значения $\sigma_{р}$ и $\sigma_{и}$ из (5ж) и (6г),

$$\sigma_{р\ макс} = 6667u^2\left(\frac{b}{H}\right)^2 + \frac{q}{2}\left(\frac{H}{b}\right)^2\psi_2(u). \qquad (6)^*$$

При нормальной эксплуатации машины для безопилочного резания древесины наибольшее растягивающее напряжение в пластинке $\sigma_{р\ макс}$ не должно быть больше допускаемого напряжения материала пластинки $\sigma_{р\ доп}$; тогда, дополнительно к (6), имеем

$$6667u^2\left(\frac{b}{H}\right)^2 + \frac{q}{2}\left(\frac{H}{b}\right)^2\psi_2(u) = \sigma_{р\ доп}. \qquad (7а)$$

Нормальное удельное давление на пластинку q зависит от многих факторов [1]. Формулы (6) и (7а) показывают, что чем больше q, тем больше (при прочих равных условиях) растягивающее напряжение в пластинке. Толщина пластинки b может быть выбрана по усмотрению экспериментатора и технолога. Если обозначить

$$\frac{b}{H} = x, \qquad (7)^{**}$$

то формула (7а) примет вид

$$6667u^2x^2 + \frac{q}{2}\psi_2(u)\frac{1}{x^2} = \sigma_{р\ доп}. \qquad (8)$$

Таким образом, в уравнении (8) содержатся три неизвестных: u, b (через x), q. Следовательно, для расчета режущей пластинки надо иметь еще два уравнения. Одно из них может быть получено из рассмотрения прогиба пластинки.

Прогиб пластинки δ посередине ее длины влечет за собой соответствующую поперечную кривизну поверхности резания. Прогибание пластинки должно рассматриваться как нежелательное, но неизбежное явление. Величина прогиба не должна превышать предела (допуска), установленного техническими условиями на доски и дощечки, получаемые методом безопилочного резания.

Будем считать, что кривизна поверхности δ может быть тем больше, чем больше высота реза H. В первом приближении предположим, что величины δ и H связаны линейной зависимостью

$$\delta = iH, \qquad (9)$$

где i — коэффициент пропорциональности.

---

* Не следует забывать, что в этой формуле коэффициент при первом слагаемом имеет величину 6667, если модуль упругости материала пластинки (стали) принят 20 000 *кг/мм*^{2}. При другой величине модуля и коэффициент будет, конечно, другим.

** Как показывает выражение (5е), величина b, помимо этого, входит в u, а, следовательно и в $\psi_2(u)$.

Тогда, сравнивая (5г) и (9), имеем

$$iH = \frac{qH^4}{640\,000b^3}\varphi_2(u),$$

откуда

$$q = \frac{640\,000b^3 i}{H^3\varphi_2(u)}. \tag{10}$$

Используя (7), получим

$$q = 640\,000i\frac{1}{\varphi_2(u)}x^3. \tag{11}$$

При подстановке этого выражения для q в уравнение (8) будем иметь

$$6667u^2x^2 + 320\,000i\frac{\psi_2(u)}{\varphi_2(u)}x - \sigma_{\text{р доп}} = 0. \tag{12}$$*

Если принять для стали режущей пластинки $\sigma_{\text{р доп}} = 40$ *кг/мм*^{2}, то вместо (12) получим после сокращений

$$166{,}7\,u^2x^2 + 8000i\frac{\psi_2(u)}{\varphi_2(u)}x - 1 = 0. \tag{13}$$

Полагая, например, $i = 0{,}001$, вместо (13) получим

$$166{,}7u^2x^2 + 8\frac{\psi_2(u)}{\varphi_2(u)}x - 1 = 0. \tag{14}$$

Это уравнение с двумя неизвестными.

Решая его относительно x, получим

$$x = \frac{\sqrt{\left[\frac{\psi_2(u)}{\varphi_2(u)}\right]^2 + 10{,}42u^2} - \frac{\psi_2(u)}{\varphi_2(u)}}{41{,}6u^2}. \tag{15}$$

Задаваясь различными численными значениями u, получаем по формуле (15) соответствующие им значения x.

Пользуясь формулой (11), находим по ним q. Полученные значения q необходимо сравнить с теми, которые определяются условиями резания.

---

* Относительно коэффициента 320 000 во втором слагаемом этого уравнения см. примечание на стр. 103.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. А. Воскресенский. Теоретический анализ условий расслоения древесины режущей пластинкой. Научные доклады высшей школы, серия «Лесоинженерное дело» № 1, 1959. [2]. С. П. Тимошенко. Сопротивление материалов. Часть II. Государственное технико-теоретическое издательство, 1934.

Поступила в редакцию
24 ноября 1958 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ПРЕСЕЛЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРЕЗНЫМ СТАНКОМ С ГИДРОПРИВОДОМ

Г. М. ГЕРНЕТ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

Установка высокопроизводительных лесопильных рам, а также внедрение многопильных круглопильных станков для распиловки бревен настоятельно требуют соответствующего увеличения производительности всех других станков потока и в первую очередь—обрезных станков.

Производительность обрезного станка (без учета внецикловых потерь, как-то: разбор пучка досок, сбрасывание горбылей в бункер, транспортировка обрезных досок через станок и др.) можно определить по формуле

$$A = \frac{U}{L} \cdot K_м = \frac{U}{L} \cdot \frac{t_0}{T_р} = \frac{U}{L} \cdot \frac{t_0}{t_0 + t_{вп}} \text{ досок/мин},$$

где U — скорость подачи в *м/мин*;

L — длина обрезаемой доски в *м*;

$K_м$ — коэффициент использования машинного времени;

$T_р$ — время рабочего цикла станка, в течение которого обрабатывается доска, в *сек*;

t_0 — время непосредственной обрезки доски в *сек*;

$t_{вп}$ — вспомогательное время, несовмещенное с временем непосредственной обрезки доски, в *сек*.

При рассмотрении формулы можно сделать вывод, что производительность обрезного станка может быть повышена двумя путями: увеличением скорости подачи U и сокращением вспомогательного времени $t_{вн}$.

Увеличение производительности станка за счет роста скорости подачи идет только до определенного предела, обусловленного тем, что при работе на современных обрезных станках со скоростями подачи 110—120 *м/мин* более 50% времени рабочего цикла тратится на вспомогательные операции, не совмещенные со временем непосредственной обрезки доски. Поэтому дальнейшее одностороннее повышение скорости подачи не приведет к увеличению производительности станка, так как вспомогательное время, необходимое для подготовки доски к обрезке, будет превышать время непосредственной обрезки доски, в результате чего увеличатся межторцовые разрывы, что повлечет к значительному снижению $K_м$.

Следовательно, решение вопроса об увеличении производительности обрезного станка должно идти, главным образом, по пути сокращения вспомогательного времени при максимально возможной степени совмещения его с временем, затрачиваемым на обрезку доски.

На современных лесопильно-деревообрабатывающих производствах для продольной обрезки досок по ширине установлены обрезные станки с гидроприводом для перемещения подвижной пилы. Сравнивая имеющиеся конструкции гидроприводов обрезных станков как отечественного производства (ЦД-4), так и иностранных («Кархула» второй выпуск, «Содерхамнс», «Болиндер» и др.), можно отметить, что все они имеют следующие существенные недостатки:

1) чрезвычайно сложна конструкция распределительного золотника, который, как правило, состоит из трех взаимно связанных элементов, что делает трудоемкой регулировку и наладку станка;

2) отсутствует устройство, позволяющее осуществлять преселективное управление станком, то есть давать предварительную команду на перемещение пилы;

3) невозможно дистанционное управление станком, так как рукоятка управления связана с распределительным золотником механическим путем;

4) отсутствует автоблокировка, исключающая подачу доски на пилы во время перемещения подвижной пилы.

Все эти конструктивные недостатки ограничивают возможность сокращения вспомогательного времени и не позволяют совместить его с временем, затрачиваемым непосредственно на обрезку доски.

При анализе работы обрезных станков с гидроприводом выявлено, что большая часть вспомогательного времени, не совмещенного со временем непосредственной обрезки доски, падает на следующие операции:

1) выдержку времени после прохода доски через пилы — $t_{вн_1}$;

2) перевод рукоятки управления гидроприводом на новый размер — $t_{вн_2}$;

3) выдержку времени после перемещения подвижной пилы — $t_{вн_3}$;

Выдержки времени $t_{вн_1}$ и $t_{вн_3}$ необходимы для того, чтобы избежать случаев, когда станочник подает доску в станок, не дождавшись полного раздвижения или сближения пил на заданный размер по ширине доски, в результате чего происходит сильное боковое трение пилы о стенку пропила, что влечет за собой чрезмерный нагрев полотна пилы. При этом получается так называемый «зажог», который или полностью выводит пилу из строя (в этом случае пила снимается и правится), или частично ухудшает устойчивость и режущие свойства пилы, что вызывает ухудшение качества пропила, повышение потребления электроэнергии и увеличение затрат труда на подготовку круглой пилы (правку, проковку, развод).

В целях сокращения вспомогательного времени и совмещения его с временем, затрачиваемым непосредственно на обрезку доски, на кафедре станков и инструмента Архангельского лесотехнического института разработан гидроэлектрический механизм перемещения подвижной пилы обрезного станка с элементом преселективного управления.

Конструкция гидроэлектрического механизма предусматривает:

а) обеспечение возможности преселективного управления, то есть заблаговременной подачи команды на гидропривод для перемещения подвижной пилы на новый размер, вне зависимости от того, обрезается в данный момент предыдущая доска или нет;

б) обеспечение автоматического срабатывания гидропривода механизма перемещения пилы обрезного станка;

в) обеспечение электрической блокировки, исключающей подачу доски на пилы в момент перемещения подвижной пилы;

г) обеспечение дистанционного управления с выносом сектора и рукоятки управления в наиболее удобное для обрезчика место.

Описание конструкции и принципа работы гидроэлектрического механизма

Принцип работы и конструкции гидроэлектрического механизма заключается в следующем (см. гидроэлектрическую схему на рис. 1).

Шестеренный насос *8* подает масло к четырехходовому золотнику *5* с управлением от электромагнита. Золотник *5* служит для перекрытия или соединения гидросистемы от напорной магистрали с насосом и сливной магистрали с баком. Он может быть выполнен из золотника типа Г73-2 с управлением от электромагнита, причем конструкция самого золотника должна быть такой, чтобы пояски при его нижнем положении перекрывали сливную и напорную магистрали, ведущие от золотника к цилиндру, как это показано на рис. 1.

За четырехходовым золотником *5* установлен двухпозиционный четырехходовой реверсивный золотник *4* типа 5Г73-1 с электрическим управлением, соединенный маслопроводом с рабочим цилиндром *13*. Шток поршня цилиндра *13* жестко соединен с подвижной плитой обрезного станка *3*, на конце которой установлена круглая пила *12*. В гидросистеме предусмотрено наличие предохранительного клапана с переливным золотником *7* типа Г52-1, манометра *6* и фильтра типа Г41.

Цепь электромагнита золотника *5* может быть замкнута через конечный выключатель *КВ*, а также через систему контактов *СК* и *НК*. Конечный выключатель *КВ* установлен в столе станка между круглой пилой и задними подающими вальцами. Система контактов *СК* и *НК* устроена следующим образом: на рукоятке управления *1* установлен скользящий контакт *СК*, который при разных положениях рукоятки *1* соединяется с одним из неподвижных контактов на секторе управления *2*. Число неподвижных контактов на секторе управления соответствует числу делений шкалы сектора. Каждый из неподвижных контактов на секторе управления соединен с соответствующим контактом на подвижной плите *3*. Контакты на подвижной плите расположены на определенном расстоянии друг от друга в зависимости от градации размерной шкалы сектора управления (метрической или дюймовой).

Управление электромагнитами реверсивного золотника *4* осуществляется конечным выключателем *КЗ*. Конечный выключатель *КЗ* установлен в корпусе *14*, который может перемещаться в направляющих сектора *2*, причем усилие, необходимое для перемещения корпуса *14*, принимается значительно большим по сравнению с усилием сжатия пружины *15*. Перемещение корпуса *14*, а вместе с ним и конечного выключателя *КЗ*, производится с помощью рукоятки *1*, которая входит в прорезь корпуса *14*. При перестановке рукоятки вправо, то есть когда дана команда на сближение пил, рукоятка *1* упрется в правый упор корпуса *14* и затем начнет перемещать его на требуемую величину. При этом конечный выключатель *КЗ* под действием пружины *15* разомкнет цепь катушки *КР* промежуточного реле *11*. Цепь правого электромагнита замкнется и реверсивный золотник *4* переместится влево (такое положение показано на рис. 1). При перестановке рукоятки *1* влево, то есть когда дана команда на раздвижение пил, рукоятка сначала окажет давление на палец конечного выключателя *КЗ*, в результате чего пружина *15* сожмется и замкнется цепь катушки *КР*, затем рукоятка

упрется в левый упор корпуса *14* и переместит его на требуемую величину. При замкнутой цепи катушки *КР* срабатывает промежуточное реле *11*, при этом цепь правого электромагнита разомкнется, а цепь левого электромагнита замкнется и реверсивный золотник переместится вправо.

В конструкции гидроэлектрического механизма предусмотрено устройство предохранительного щитка *10* и стопора подвижной пилы *9* с управлением от электромагнитов.

Работа предохранительного щитка показана на рис. 1 и 2. При разомкнутой цепи электромагнита предохранительного щитка *10* последний находится в нижнем положении, не препятствуя прохождению доски. В момент перемещения подвижной пилы цепь электромагнита размыкается, в результате чего под действием пружины *8* (см. рис. 2) предохранительный щиток *10* становится в верхнее положение, препятствуя проталкиванию доски.

Стопор подвижной плиты *9* исключает возможность перемещения подвижной плиты в момент обрезки доски. Принцип его работы аналогичен принципу работы предохранительного щитка. Различие заключается только в том, что при замкнутой цепи электромагнита стопор входит в одну из прорезей на подвижной плите, а при разомкнутой цепи стопор под действием пружины освобождает подвижную плиту, не препятствуя ее перемещению.

Как видно из описания и рис. 1, управление станком осуществляется за счет электроаппаратуры. Это дает возможность сделать управление станком дистанционным.

Работа гидроэлектрического механизма в момент обрезки доски

При прохождении доски через пилы конечный выключатель *КВ* замыкает цепь электромагнита четырехходового золотника *5*. Золотник *5* опускается вниз и перекрывает напорную и сливную магистрали гидропривода механизма перемещения пилы. Масло, нагнетаемое насосом *8* через предохранительный клапан с переливным золотником *7*, переливается обратно в бак.

При наличии такой гидроэлектрической блокировки станочник может дать задание гидроприводу на перемещение подвижной пилы на новую ширину для обрезки следующей доски, не опасаясь, что гидропривод сработает во время прохождения предыдущей доски через пилы.

Цепь электромагнита предохранительного щитка *10* замкнута, в результате чего предохранительный щиток находится в нижнем положении, не препятствуя продвижению доски.

Цепь электромагнита стопора *9* также замкнута, таким образом стопор находится в одной из прорезей подвижной плиты *3*, препятствуя ее перемещению под воздействием каких-либо внешних усилий.

Работа гидроэлектрического механизма в момент перемещения подвижной пилы

а) Цикл раздвижения пил. Как было указано выше, конструкция гидроэлектрического механизма позволяет дать команду на перемещение пилы, не дожидаясь окончания обрезки предыдущей доски. Предположим, что для обрезки следующей доски необходимо увеличить расстояние между пилами, то есть раздвинуть пилы на определенную величину. Для этого рукоятка управления *1* переводится влево,

например из положения *d*, в котором находится скользящий контакт *СК*, в положение *в*. При этом цепь системы контактов *СК* и *НК* разомкнется. Одновременно с этим при нажатии рукоятки *1* на палец конечного выключателя *КЗ* замкнется цепь катушки *КР* промежуточного реле. Реле *11* срабатывает, при этом цепь правого электромагнита реверсивного золотника размыкается, а цепь левого электромагнита замыкается, в результате чего реверсивный золотник перемещается вправо и находится там до тех пор, пока рукоятка *1* не будет переставлена в новое положение. Несмотря на то, что цепь системы контактов *СК* и *НК* разомкнута, золотник *5* удерживается своим электромагнитом в нижнем положении, так как цепь электромагнита остается замкнутой через конечный выключатель *КВ*. Но как только доска пройдет через пилы и конечный выключатель *КВ* разомкнет цепь, золотник *5* под действием пружины поднимется вверх, и масло под давлением через реверсивный золотник *4* начнет поступать в левую полость цилиндра *13*. Масло из правой полости цилиндра через реверсивный золотник *4* и золотник *5* переливается в бак. Происходит цикл раздвижения пил (то есть подвижная пила перемещается в направлении от неподвижной).

Одновременно с размыканием цепи электромагнита золотника *5* разомкнулись цепи электромагнитов стопора *9* и предохранительного щитка *10*. Стопор *9* под действием пружины освобождает подвижную плиту, не препятствуя ее перемещению; а предохранительный щиток *10* под действием пружины поднимается вверх, препятствуя проталкиванию доски на пилы в течение всего времени перемещения подвижной пилы.

В схеме предусмотрено включение сигнальной лампочки при нахождении предохранительного щитка в верхнем положении, лампочка сигнализирует станочнику о том, что в этот момент происходит перемещение подвижной плиты и проталкивать доску в станок нельзя. Процесс перемещения подвижной пилы будет происходить до тех пор, пока контакт $в_1$ на подвижной плите не замкнет цепь электромагнита золотника *5* через неподвижный контакт *НК*.

При замыкании цепи электромагнита золотника *5*, последний перемещается в нижнее положение и перекрывает напорную и сливную магистрали гидросистемы. Перемещение подвижной пилы прекращается. Одновременно с этим срабатывают электромагниты стопора *9* и предохранительного щитка *10*.

б) Цикл сближения пил. Для сближения пил необходимо рукоятку *1* переставить вправо. При этом конечный выключатель *КЗ* под действием пружины *15* разомкнет цепь катушки *КЗ* промежуточного реле *11*. В результате этого цепь левого электромагнита реверсивного золотника размыкается, а цепь правого электромагнита замыкается. Реверсивный золотник перемещается влево. Весь остальной процесс работы гидроэлектрического механизма происходит в той же последовательности, что и при цикле раздвижения пил.

Эффективность применения гидроэлектрического механизма

Для более полного представления об эффективности применения гидравлического механизма ниже рассмотрен баланс времени, необходимого на обрезку одной доски на ранее выпущенных обрезных станках и на обрезном станке, оборудованном гидроэлектрическим механизмом, при прочих равных условиях (длина доски 6,0 *м*, скорость подачи 110 *м/мин;* величина перемещения подвижной пилы — 2″).

Для сравнительного анализа взяты средние данные работы современных обрезных станков с гидроприводом механизма раздвижения пил, установленных на лесопильных заводах Архангельского Совнархоза (шведской фирмы «Содерхамнс» и финской фирмы «Кархула» — первого выпуска).

Сравнительная таблица затрат времени на обрезку одной доски

№ п/п.	Затраты времени на отдельные операции	Время в *сек*	
		на ранее выпущенных станках	на станке с преселективным управлением и автоблокировкой
1	Выдержка времени после прохода доски через пилы $t_{вн_1}$	0,8	—
2	Перевод рукоятки управления гидроприводом на новый размер $t_{вн_2}$	1,0	—
3	Перемещение подвижной пилы	0,4	0,4
4	Выдержка времени после перемещения подвижной пилы $t_{вн_3}$	0,8	—
5	Проталкивание доски в подающие вальцы	0,6	0,6
6	Обрезка доски (пиление) t_0	3,4	3,4
	Итого	7	4,4

Примечания: 1) Вспомогательное время, необходимое на сбрасывание доски на питательный стол и ее оценку, в обоих случаях условно считается совмещенным с t_0; 2) Наличие электрической блокировки исключает затраты времени на выдержку времени после прохода доски через пилы и после перемещения подвижной пилы.

При сравнении полученных результатов можно видеть, что производительность обрезного станка при наличии преселективного управления и автоблокировки повышается на 35—40%. Производительность станка может быть дополнительно увеличена еще и за счет повышения скорости подачи, так как в результате применения преселективного управления значительно сокращается расход вспомогательного времени и появляется резерв времени, расходуемого непосредственно на обрезку.

Выводы

1. Применение преселективного управления обрезными станками значительно увеличивает их производительность.

2. Автоблокировка преселективного управления исключает возможность подачи доски на пилы, когда подвижная пила еще продолжает перемещаться. В связи с этим: а) устраняется причина преждевременного выхода из строя круглых пил; б) уменьшается потребление электроэнергии; в) уменьшается трудоемкость подготовки режущего инструмента (правки, проковки, разводов и заточки); г) повышается качество пропила.

3. Наличие элементов автоматики в механизме преселективного управления облегчает труд станочника, так как ему не требуется улавливать момент выхода доски из пил после обрезки и окончания перемещения пилы—это делает гидроэлектрический механизм. Облегчение труда станочника, в свою очередь, будет способствовать повышению производительности труда и увеличению выхода пиломатериалов.

Поступила в редакцию
17 ноября 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ СУЧЬЕВ И ВЕРШИН КАРПАТСКОГО БУКА

Т. М. ШКИРЯ

Ассистент

(Львовский лесотехнический институт)

Большое потребление древесины в нашей стране, обусловленное быстрым ростом жилищного и промышленного строительства, мебельного производства выдвигает неотложную задачу бережливого расходования древесины и вызывает необходимость замены древесины ствола древесиной сучьев и вершин там, где это возможно.

Применение для некоторых производств наиболее прямых участков сучьев и вершин позволит высвободить десятки и сотни тысяч кубометров стволовой древесины и направить ее туда, где нельзя обходиться без крупномерных чураков, как, например, в фанерном производстве и др. Первые шаги в этом направлении были сделаны проф. Перелыгиным [1]. Автором статьи проводится работа по использованию древесины буковых сучьев и вершин для изготовления гнутой мебели.

С целью выяснения возможности применения древесины сучьев и вершины следовало предварительно провести испытание их физико-механических свойств.

Вопрос о физико-механических свойствах древесины сучьев и вершин почти совершенно не изучен (нам известны только работы Л. М. Перелыгина [1] и В. А. Лопотко [2]).

В настоящей статье изложены результаты проведенных нами исследований этих свойств древесины карпатского бука.

Методика проведения испытаний

Испытания физико-механических свойств древесины стволовой части производятся согласно требованиям ГОСТа [3].

Проведение испытаний древесины буковых сучьев и вершин в соответствии с требованиями ГОСТа затрудняется следующими обстоятельствами:

1. При испытании на образцах, по размерам, предусмотренным ГОСТом, для древесины ветвей из-за малого их диаметра невозможно выдержать условие перпендикулярности годовых слоев к плоскости рабочей (средней) части образца.

2. Присущие древесине сучьев и вершин естественный косослой и свилеватость не позволяют выпиливать из них образцы длиной 300,

350 *мм* (для испытаний на статический и ударный изгиб, растяжение и т. д.) так, чтобы годовые слои были параллельны образующим боковых граней образца.

3. Количество выпиленных по размерам ГОСТа образцов является столь малым, что выведение средних показателей физико-механических свойств древесины буковых сучьев и вершин и получение необходимых зависимостей, при большой изменчивости этих показателей, было бы практически невозможным.

В связи с этим испытания физико-механических свойств буковых сучьев и вершин следует проводить на образцах, меньших по своим размерам, чем образцы, выпиливаемые по ГОСТу из древесины ствола.

При этом нами произведены предварительные испытания двух партий образцов:

а) образцов с размерами, соответствующими ГОСТу,

б) образцов с размерами вдвое меньшими.

На основе результатов предварительных испытаний выведены переводные коэффициенты для каждого вида испытаний, учитывающие уменьшение размеров испытываемых образцов.

Выбор чураков для последующей заготовки из них образцов проводится по следующей схеме (рис. 1):

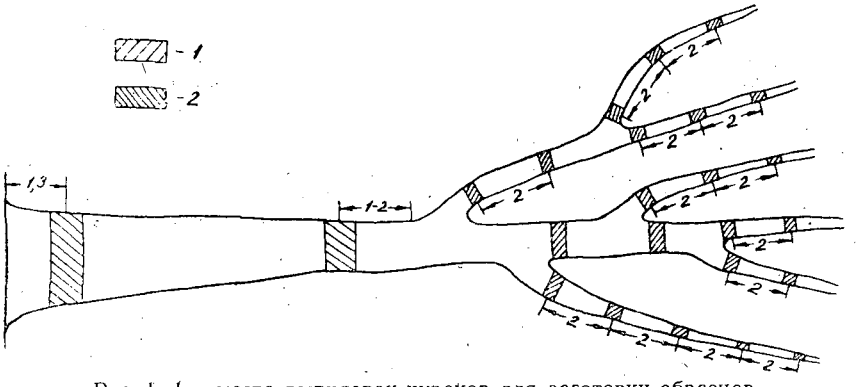


Рис. 1. *1* — места выпиловок чураков для заготовки образцов по ГОСТу и «малых» образцов; *2* — места выпиловок чураков для заготовки «малых» образцов.

Из древесины сучьев и вершины в направлении от основания к вершине выпиливаются заготовки диаметром не менее 5 *см*, и из этих отрезков вырезаются образцы вдвое меньших размеров, чем требуется по ГОСТу.

Испытания проводились на универсальной испытательной машине Р-5.

Образцы, выполненные по стандартным размерам, испытывались согласно всем требованиям ГОСТа 6336—52.

Учитывая уменьшение рабочей площади в четыре раза, испытания древесины сучьев, вершин и «малых» образцов, изготовленных из ствола, проводились со следующими отклонениями в работе от условий, требуемых ГОСТом:

1. Средняя скорость нагружения для всех видов испытаний механических свойств принималась примерно в четыре раза меньше.

2. Запас энергии маятника при испытаниях на ударный изгиб принимался величиной в 5 *кГм*.

3. Для проведения испытаний на растяжение поперек волокон и статический изгиб были сделаны специальные приспособления и

захваты, позволяющие производить испытания на образцах, выполненных в масштабе 1 : 2.

Физические свойства буковых сучьев и вершин. Экспериментальный материал для настоящего исследования взят с пробной площади, заложенной в Н.-Вызницком лесничестве Мукачевского лесхоза Закарпатской области.

Так как на величину показателей физических свойств размер образцов не может влиять, ибо от размеров зависит только точность измерений, то испытания физических свойств проводились без выявления переводного коэффициента. Средние значения физических свойств древесины буковых сучьев и вершин при 15%-ной влажности приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид испытаний	Часть дерева	n	M	m	v	Достоверность разницы
Объемный вес в $г/см^3$	Ствол	101	0,660	0,00336	5,10	6,7>3
	Ветка	504	0,685	0,00153	6,00	
Коэффициент линейной усушки по тангентальному направлению в %	Ствол	101	0,308	0,00270	8,77	13,0>3
	Ветка	495	0,350	0,00178	1,13	
Коэффициент линейной усушки по радиальному направлению в %	Ствол	101	0,188	0,00220	11,80	7,2>3
	Ветка	495	0,207	0,00143	1,54	
Коэффициент объемной усушки в %	Ствол	101	0,517	0,00458	8,92	14,2>3
	Ветка	504	0,590	0,00234	8,91	

Примечание: n — число образцов; M — среднее арифметическое; m — средняя ошибка; v — коэффициент вариации.

При сравнении показателей физических свойств древесины сучьев и вершин карпатского бука с древесиной ствола не обнаружено сколько-нибудь существенного различия в объемном весе. Разница составляет всего 4%. Однако в отношении коэффициента линейной и объемной усушки разница в показателях весьма ощутима (до 14%). При условии промышленного использования древесины буковых сучьев и вершин увеличение коэффициентов линейной и объемной усушки нужно будет учитывать для ограничения допускаемых величин на усушку.

Механические свойства буковых сучьев и вершин. Результаты испытаний приводятся в табл. 2. Показатели пределов прочности приведены к 15%-ной влажности (кроме сопротивления ударному изгибу, определенному при влажности 11%).

Как видно из таблицы, разница в размерах испытываемых образцов одной и той же древесины ствола при различных видах деформации приводит к различным показателям механических свойств. В большинстве случаев уменьшение испытываемых образцов вдвое приводит к увеличению показателей механических свойств. Это обстоятельство объясняется возможностью получения образцов более однородных по своему строению. Чаще эта разница весьма невелика и статистически недостоверна. При испытаниях физико-механических свойств на образцах вдвое меньших по отношению к требуемым стандартам, величина вариационного коэффициента при одних и тех же условиях значительно выше. Так, например, для почти одинакового количества образцов при испытании на статический изгиб и растяжение вдоль волокон коэффициент вариации для «малых» образцов значительно выше, чем для нормальных.

Таблица 2

Показатели механических свойств	Единицы измерения	Часть дерева	n	M	m	v	Достоверность разности
Предел прочности при сжатии вдоль волокон	кг/см²	СТВОЛ	129	426	3,44	9,16	1,60 < 3
		Ствол	62	435	4,44	8,05	7,06 > 3
		Ветка	698	468	1,44	8,12	
Предел прочности при растяжении вдоль волокон	»	СТВОЛ	72	1563	20,20	10,90	1,90 < 3
		Ствол	76	1510	20,30	11,60	0,50 < 3
		Ветка	543	1500	7,21	11,22	
Предел прочности при тангентальном скалывании	»	СТВОЛ	147	129,0	0,643	6,04	0,52 < 3
		Ствол	38	128,0	1,790	8,62	7,22 > 3
		Ветка	541	141,0	0,612	10,10	
Предел прочности при радиальном скалывании	»	СТВОЛ	60	93,3	1,140	9,42	0,773 < 3
		Ствол	57	94,5	1,050	8,36	9,20 > 3
		Ветка	340	106,0	0,685	11,92	
Предел прочности при статическом изгибе	»	СТВОЛ	52	937	8,69	6,60	6,58 > 3
		Ствол	61	937	9,96	8,30	
		Ветка	378	1008	3,83	7,40	
Предел прочности при растяжении поперек волокон в радиальной плоскости	»	СТВОЛ	82	71,2	0,760	9,7	0,88 < 3
		Ствол	60	73,6	1,400	15,04	0,270 < 3
		Ветка	551	73,0	0,547	17,55	
Предел прочности при растяжении поперек волокон в тангентальной плоскости	»	СТВОЛ	16	57,7	1,050	7,30	0,53 < 3
		Ствол	163	58,3	0,458	10,03	0,32 < 3
		Ветка	235	58,5	0,423	11,00	
Сопротивление ударному изгибу	кг/см³	СТВОЛ	71	0,465	0,0091	16,55	4,25 > 3
		Ствол	65	0,518	0,0085	13,22	1,46 < 3
		Ветка	730	0,538	0,0045	21,88	

Обозначения: СТВОЛ — образцы, изготовленные и испытанные по всем требованиям ГОСТа; Ствол — образцы, изготовленные вдвое меньше требуемых ГОСТом, и испытанные с соответствующими отклонениями.

Учитывая изменение показателей механических свойств в зависимости от размеров испытываемых образцов, с целью получения абсолютной величины механических свойств древесины сучьев и вершин, следует пользоваться переводным коэффициентом, который может быть определен по формуле

$$k = \frac{\sigma_н}{\sigma_м}$$

где $\sigma_н$ — средняя величина показателей, полученных при испытании образцов, соответствующих ГОСТу.

$\sigma_м$ — средняя величина показателей, полученных при испытании образцов, вдвое меньших, чем требуется по ГОСТу.

Величина коэффициента k для различных видов деформаций приведена в табл. 3. Полученные показатели физико-механических свойств древесины сучьев и вершин карпатского бука не ниже, а в большинстве случаев выше тех же показателей древесины ствола. Разница между ними достигает 14%.

Разница в пределах сопротивления растяжению вдоль и поперек волокон для веток и стволовой части невелика, а в пределах прочности при сжатии, при скалывании и при статическом изгибе эта разница статистически вполне достоверна.

Изменение физико-механических свойств древесины сучьев и вершин карпатского бука по длине и в зависимости от возраста. Для выяснения этого вопроса были выбраны пять наиболее характерных веток от одного дерева.

Таблица 3

Наименование показателей	Коэффициент k
Предел прочности при сжатии вдоль волокон	0,980
„ „ при растяжении вдоль волокон	1,035
„ „ при тангентальном скалывании	1,008
„ „ при радиальном скалывании	0,987
„ „ при статическом изгибе	1,000
„ „ при растяжении поперек волокон в радиальной плоскости	0,980
„ „ при растяжении поперек волокон в тангентальной плоскости	0,990
Сопротивление ударному изгибу	0,900

Исследования показали, что если при испытаниях свойств стволовой части всех древесных пород, в том числе и для карпатского бука, показатели уменьшаются от основания к вершине [4], то такой строгой зависимости у древесины буковых сучьев и вершин не обнаружено.

Почти во всех случаях, за исключением сопротивления ударному изгибу, коэффициента объемной усушки и частично объемного веса, зависимость выражена слабо и разница редко превышает 5%. Правда, наблюдается общая тенденция к уменьшению физико-механических свойств от основания ветки к ее вершине, однако сопротивление древесины растяжению в этом направлении увеличивается. Изменения физико-механических свойств в зависимости от возраста буковых сучьев и вершин также выражены слабо.

Заключение

1. Проведение испытаний физико-механических свойств древесины сучьев и вершин на образцах вдвое меньших размеров, против требуемых ГОСТом 6336-52, не приводит к сколько-нибудь существенным отклонениям в показателях. Учитывающий изменение механических свойств от уменьшения размеров испытываемых образцов переводной коэффициент k редко показывает изменение этих величин в среднем более, чем на 2%.

2. Механические свойства древесины буковых сучьев и вершин в большинстве случаев выше тех же показателей древесины ствола.

3. На основании проведенных нами испытаний физико-механических свойств древесины буковых сучьев и вершин и полученных результатов можно утверждать, что буковые сучья и вершины, независимо от их возраста и расположения, вполне пригодны для мебельного производства, в частности для изготовления гнутой мебели.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Л. М. Перелыгин. Обручи из еловых сучьев. Журн. «Механическая обработка древесины» № 5, 1935. [2]. В. А. Лопотко. О физико-механических свойствах древесины ветвей и сучков. Труды ЛТА, № 54, 1939. [3]. ГОСТ 6336-52 «Методы физико-механических испытаний древесины». М., 1955. [4]. Л. М. Перелыгин. О физико-механических свойствах древесины бука. Сб. «К вопросу о замене дефицитных пород древесины». М., 1933.

Поступила в редакцию
12 марта 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

НЕКОТОРЫЕ ДОПОЛНЕНИЯ К ТЕОРИИ ОБЪЕМНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИЛОВОЧНЫХ БРЕВЕН

Ф. Л. ФИШКИНА

Кандидат технических наук

(Центральный научно-исследовательский институт механической обработки древесины)

Типичный для наших лесопильных заводов производственный поток складывается из трех технологических операций: распиловки бревен на доски, обрезки их по ширине и оторцовки по длине. Такая технология предусматривает выработку максимального количества обрезных длинномерных пиломатериалов и экономически вполне обоснована при работе завода на экспорт. Но количество пиломатериалов, предназначенных для экспорта, по сравнению с общим объемом вырабатываемых пиломатериалов, незначительно.

Для удовлетворения внутрисоюзных потребностей нужны не только длинномерные доски, но и короткомерные заготовки, производство которых позволит экономнее расходовать древесину. Особенно велика потребность в короткомерных заготовках в таких отраслях, как тарное производство, домостроение, мебельная промышленность, которые являются основными потребителями древесины.

Анализ отраслевых и заводских спецификаций на хвойную пилопродукцию и данные ЦНИИМОДа показывают, что 40—60% досок используется для переработки на заготовки длиной до 3 *м*.

Приведенные цифры говорят о том, что часть таких заготовок может вырабатываться непосредственно из необрезных досок. Это даст возможность уменьшить потери древесины (рейки и концевые отрезки), то есть сократить отходы в процессе обработки и переработки древесины. Данному вопросу и посвящена настоящая работа *. Она основана на следующих положениях:

1. Форма бревен принимется за усеченный параболоид вращения.

2. Продольное сечение бревна, параллельное его оси (то есть плоскость распила), принимается за параболическое.

3. В торце бревна различают две зоны — пифагорическую и параболическую; в пифагорической зоне выпиливаемые необрезные доски дают максимальный выход чистообрезных досок при обрезке на всю длину по ширине пласти в вершине, а в параболической — при их урезке по длине.

---

* Работа выполнялась под руководством кандидата технических наук П. П. Аксенова.

Проведенные теоретические исследования показали, что для максимального использования внешней пласти необрезной доски последняя должна укорачиваться, начиная от вершины параболы: на 0,33 — при раскрое на одну обрезную доску, на 0,18 — на две и 0,11 — на три доски.

В соответствии с изменением величины урезки необрезной доски меняются также размеры пифагорической зоны в торце бревна.

Размер пифагорической зоны в торце бревна при раскрое необрезных досок на любое количество обрезных можно определить по выведенной нами формуле

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{1-x}d^2 - \frac{x}{1-x}D^2},$$

где x — величина урезки необрезной доски в долях высоты параболы;
D — комлевой диаметр бревна;
d — вершинный диаметр бревна.

Подставляя в указанную формулу соответствующее значение x, получаем частные формулы для определения размеров пифагорической зоны при раскрое на одну ($\varepsilon_{кр} = \sqrt{1{,}5d^2 - 0{,}5D^2}$), две ($\varepsilon_{кр} = \sqrt{1{,}22d^2 - 0{,}22D^2}$), три ($\varepsilon_{кр} = \sqrt{1{,}12d^2 - 0{,}12D^2}$) и т. д. обрезных доски. Из полученного следует, что размер пифагорической зоны в торце бревна есть величина переменная, зависящая как от вершинного и комлевого диаметров, так и от способа раскроя необрезных досок (см. табл. 1).

Таблица 1

$\frac{D}{d}$	$\varepsilon_{кр}$ в долях вершинного диаметра		
	варианты раскроя необрезных досок		
	на одну обрезную	на две обрезных	на три обрезных
1,1	0,95	0,98	0,99
1,2	0,88	0,95	0,97
1,3	0,81	0,93	0,95
4,4	0,72	0,89	0,92

Из таблицы видно, что с увеличением числа обрезных досок, выкраиваемых из необрезной, уменьшаются потери древесины (концевые отрезки) и растет объемное использование сырья.

Таким образом, положение теории максимальных поставов о размере пифагорической зоны в торце бревна ($\varepsilon_{кр} = \sqrt{1{,}5d^2 - 0{,}5D^2}$) носит частный характер и сохраняет свое значение лишь для случая раскроя необрезных досок на длинномерные обрезные доски.

В работе установлено, что наилучшее использование внешней пласти необрезной доски (выпиленной из пифагорической зоны бревна) будет при условии, когда она раскраивается на обрезные доски практически равных (оптимальных) длин.

При раскрое необрезной доски на любое число обрезных можно определить объемный выход досок оптимальных длин в процентах от сырья по формуле

$$W = \frac{[2b_1 n + (\sqrt{D^2 - 4a^2} - b_1)(n-1)]\,t}{2V}\left(\frac{H}{n} - П\right),$$

где b_1 — оптимальная ширина первой обрезной доски;
n — число обрезных досок, выкраиваемых из необрезной;

H — длина бревна;
a — расстояние внешней пласти доски от центра торца бревна;
t — толщина доски;
$Л$ — суммарная величина припуска по длине доски и ширины пропила;
V — объем бревна.

На рис. 1 показано относительное изменение объемного выхода обрезных досок оптимальных длин в зависимости от их числа, в сравнении с раскроем на одну длинномерную обрезную доску оптимальной длины, при коэффициенте сбега бревна $\frac{D}{d} = 1{,}2$. Кривые изменения объемного выхода даны для досок, находящихся на различном расстоянии от центра торца бревна.

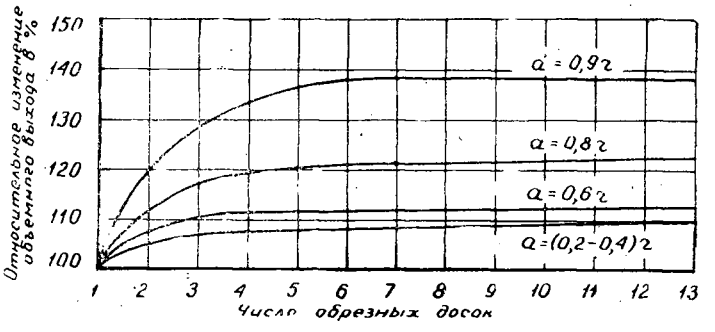


Рис. 1.

Из графика видно, что объемный выход из необрезной доски растет с увеличением числа обрезных досок и с отдалением доски от центра торца бревна.

Наибольшая интенсивность прироста выхода получается при раскрое центральных досок на две, а боковых на три обрезных доски, что необходимо учитывать в практической работе.

В практике при раскрое необрезных досок непосредственно на заготовки размеры заготовок в большинстве случаев не совпадают с оптимальными размерами обрезных досок. Поэтому важно установить, как изменяется объемный выход при отклонении размеров обрезных досок от оптимальных.

На рис. 2 показано относительное изменение объемного выхода при отклонении от оптимальных длин в случае раскроя необрезной доски на две обрезные, при коэффициенте сбега бревна $\frac{D}{d} = 1{,}2$. На оси абсцисс отложены изменяющиеся значения длин первой и второй обрезных досок в долях оптимальной длины необрезной *; на оси ординат — значения отношений площади первой и второй обрезных досок соответствующих длин, а также их суммы и максимальной площади одной длинномерной обрезной доски.

Линия AA показывает изменение отношения площади первой обрезной доски к максимальной площади длинномерной обрезной доски.

---

* Оптимальная длина необрезной доски при раскрое ее на две обрезные доски определялась по установленной в работе формуле

$$l = 0{,}82H\frac{D^2 - 4a^2}{D^2 - d^2}.$$

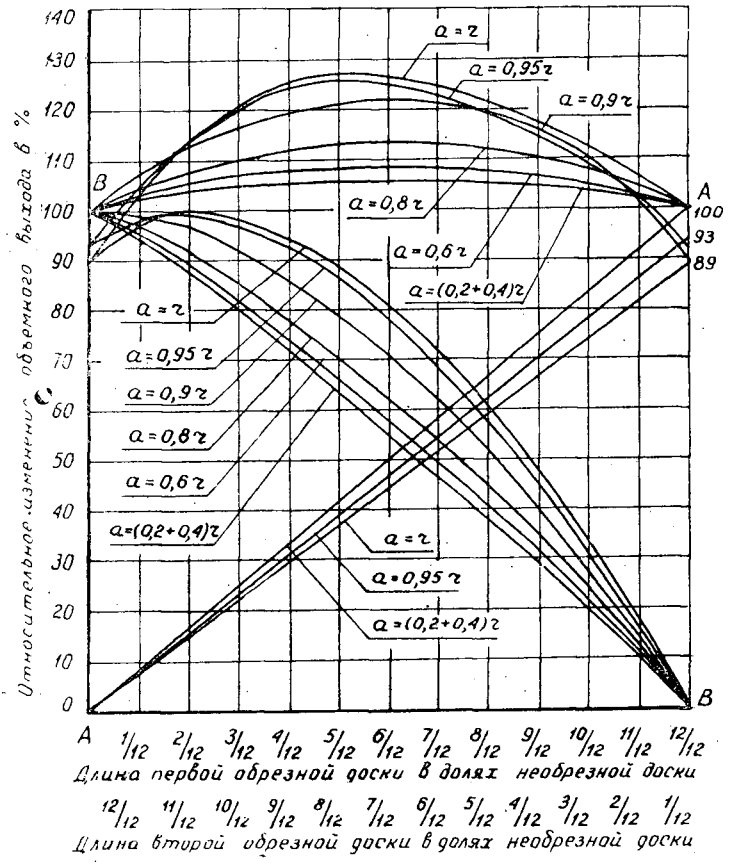


Рис. 2.

Кривые *BB* показывают изменение отношения площади второй обрезной доски, с уменьшением ее длины до нуля, к максимальной площади длинномерной обрезной доски.

Путем суммирования ординат прямой *AA* и кривой *BB* получаем отношение суммы площадей первой и второй обрезных досок к максимальной площади длинномерной обрезной (линия *BA*), то есть изменение объемного выхода из необрезной доски при раскрое на две обрезные. Из графика видно, что отклонение от оптимальных длин обрезных досок связано с незначительной потерей объемного выхода. Например, при отклонении в диапазоне $\pm 1/6$ длины необрезной доски, относительное изменение объемного выхода на расстоянии 0,8 вершинного диаметра от центра торца бревна находится в пределах 1%, на расстоянии 0,9 — в пределах 2%. Раскрой необрезной доски на три и более обрезные дает возможность отступать от оптимальных длин еще с меньшими потерями объемного выхода.

Отсюда следует, что поперечный раскрой необрезных досок характеризуется значительной степенью свободы в выборе длин заготовок при одновременном росте объемного выхода.

Указанные теоретические выводы были проверены автором (см. табл. 2) путем опытного раскроя необрезных досок непосредственно на детали домостроения и строганой тары. Относительный рост выхода конечной продукции за счет непосредственного раскроя необрезных до-

сок, по сравнению с переработкой последних в два этапа (обрезные доски — заготовки), составили 15—25%. В этом проценте учтено также использование реек.

Таблица 2

Место проведения экспериментов	Назначение деталей	Выход продукции		Относительный рост выхода в %
		схема I	схема II	
Завод им. Калинина, г. Ленинград	Строганая тара	62	54	15
Киевский ДОК	„	69	59	17
Сарлескомбинат	„	70	62	13
Бирюсинский лесозавод	„	74	62,3	20
Кировский лесозавод № 41 (по данным П. П. Аксенова)	Детали щитового домостроения	55,7	44,4	25,5

Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования показывают, что, рассматривая процессы выработки пиломатериалов из бревен и переработки их в конечную продукцию как этапы единого процесса, можно обеспечить более рациональное использование пиловочного сырья. Существующий технологический процесс лесопиления, при соответствующих спецификационных условиях, целесообразно изменить в направлении раскроя необрезных досок непосредственно на заготовки, что даст стране дополнительную готовую продукцию.

Поступила в редакцию
10 апреля 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ВЛИЯНИЕ ГРИБНЫХ ПОРАЖЕНИЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ БУКА ВОСТОЧНОГО

Г. Н. БЕКША

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Цель настоящего исследования состояла в том, чтобы установить степень влияния грибных поражений на свойства древесины бука восточного и на основании полученных результатов, а также имеющихся литературных данных, наметить области применения пораженной древесины.

Древесина для исследования была взята из древостоев Юго-Осетинской авт. обл., находящейся в центре ареала распространения бука восточного, в районе оптимальных условий для его роста. Кроме этого материала была использована обезличенная древесина бука, поступавшая в Сталинирский лесокомбинат из различных местных насаждений (Кахетия, Аджария и Абхазия), с наиболее часто встречающимися видами грибных поражений.

Как известно, разложение буковой древесины после рубки проходит через фазы побурения, подпара, мрамора и мягкой гнили (классификация А. Т. Вакина) [2]. Отобранные для исследования доски разделывались согласно схеме, изображенной на рис. 1, *а*.

Доска размечалась по ширине на рейки, которые включали в себя как здоровую древесину, так и участки с разными видами поражений. Это давало возможность путем сопоставления результатов испытаний древесины одной и той же возрастной зоны установить влияние каждого вида поражения на показатели физико-механических свойств *. Изменение указанных показателей по длине 1—2-метровых образцов при этом не учитывалось.

Определение показателей основных физико-механических свойств производилось согласно ГОСТу 6336-52. Влажность древесины в момент испытаний в среднем составляла 11%. Полученные для каждой доски (или дерева) данные приводились к 15% влажности и обрабатывались методом вариационной статистики.

Результаты определения показателей физико-механических свойств здоровой и пораженной древесины в определенной возрастной зоне одного из древостоев приведены в табл. 1.

* Определение показателей физико-механических свойств древесины проводилось на кафедре древесиноведения и фитопатологии.

Таблица 1

Характеристика физико-механических свойств древесины в зависимости от ее состояния в определенной возрастной зоне дерева, выросшего в Юго-Осетинской автономной области (дерево № 8; 55 лет; рейки № 2)

Свойства древесины	Здоровая	Побурение			Подпар			Мрамор		
	среднее	среднее	разница в %	достоверность разницы	среднее	разница в %	достоверность разницы	среднее	разница в %	достоверность разницы
Объемный вес, *кг/см³*	0,68	0,66	—2,9	2,2	0,63	—7,4	3,6	0,61	—10,3	4,7
Удельная работа при ударном изгибе, *кг/см²*	0,49	0,50	+2,0	1,4	0,41	—16,3	5,7	0,21	—57,3	20,0
Предел прочности при статическом изгибе (тангентальном), *кг/см²*	775	686	—11,5	1,9	650	—16,2	2,9	490	—36,8	6,2
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, *кг/см²*	466	430	—7,7	4,7	411	—11,8	6,8	399	—14,7	5,2
Твердость статическая, *кг/см²*										
Торцовая	698	504	—27,8	5,6	516	—26,2	5,5	503	—28,0	5,7
Тангентальная	494	392	—20,7	6,4	353	—28,6	4,7	345	—30,2	6,8
Радиальная	426	353	—17,2	4,9	304	—28,7	8,1	317	—25,6	4,1

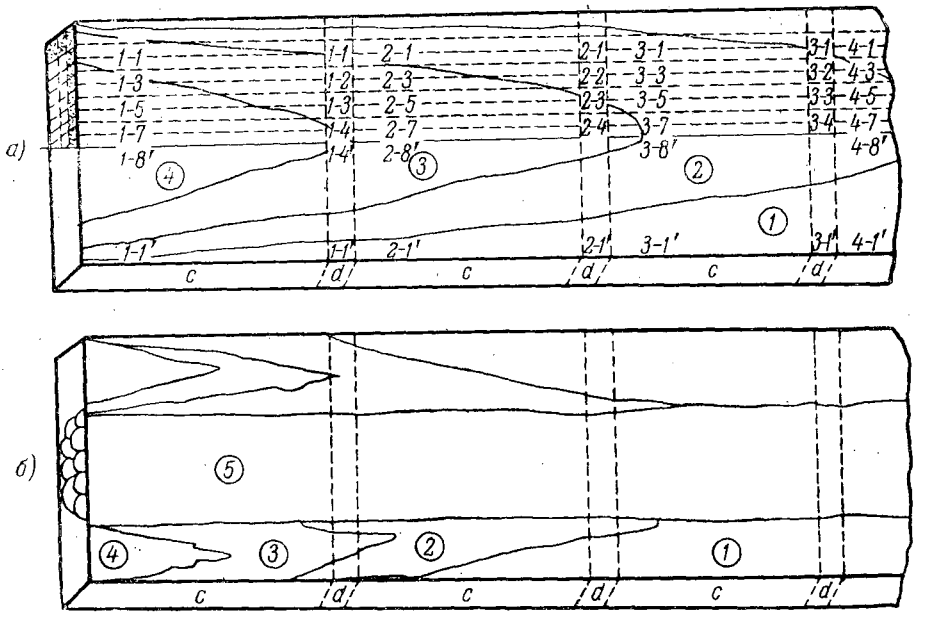


Рис. 1. Схема разделки досок на отрезки и рейки при изготовлении образцов для испытания физико-механических свойств бука.

а— доски с различными стадиями грибных поражений (без ложного ядра); *б*— доски с ложным ядром; *1*— здоровая древесина; *2*— побурение; *3*— подпар; *4*— мрамор; *5*— ложное ядро.

Полученные данные были объединены в группы по состоянию древесины.

Кроме указанных ранее видов поражения, в некоторых случаях исследовались также свойства ложного ядра (рис. 1, *б*). В сводной табл. 2 приведены данные, характеризующие физико-механические свойства всей испытанной древесины. Общее число испытаний составляло 5719.

Для иллюстрации изменения свойств по радиусу ствола на рис. 2 показано изменение предела прочности здоровой и пораженной древесины при статическом изгибе.

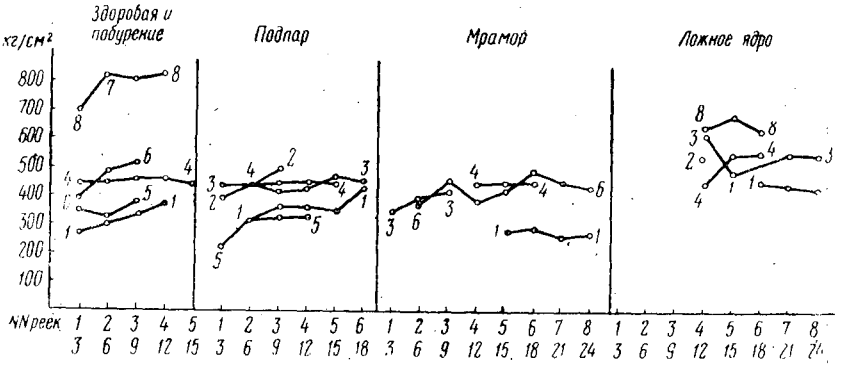


Рис. 2. Изменение предела прочности при статическом изгибе (по радиусу ствола) здоровой и пораженной древесины (номера у ломаных линий обозначают номер досок и деревьев).

Таблица 2

Влияние грибных поражений на физико-механические свойства древесины бука восточного *(Fagus orientalis* Lipsky)

Наименование показателя и физико-механических свойств	Состояние древесины														
	здоровая			побурение			подпар			мрамор			ложное ядро		
	M	*m*	*n*	*M*	*m*	*n*	*M*	*m*	*n*	*M*	*m*	*n*	*M*	*m*	*n*
Объемный вес, *кг/см²*	0,61	±0,0017	179	0,60	±0,0003	515	0,59	±0,0005	758	0,58	±0,0041	229	0,63	±0,0001	379
Предел прочности при сжатии вдоль волокон, *кг/см²*	396	±6,23	179	392	±2,31	514	390	±2,32	669	377	±5,01	230	417	±2,75	380
Предел прочности при статическом изгибе (тангентальная), *кг/см²*	500	±32,00	36	500	—	77	457	±10,96	66	394	±33,09	43	500	±15,14	50
Удельная работа при ударном изгибе, *кгм/см³*	0,35	±0,0018	68	0,29	±0,0014	127	0,28	±0,001	152	0,26	±0,086	96	0,31	±0,011	114
Твердость статическая *кг/см²*															
Торцовая	463	±10,23	31	429	±11,35	51	406	±6,67	95	399	±8,98	31	434	±6,90	86
Тангентальная	321	±9,34	31	310	±6,86	51	284	±6,05	95	246	±8,6	31	291	±4,43	86
Радиальная	277	±14,33	27	250	±5,58	49	230	±5,71	93	200	±4,22	28	250	±7,61	73

Примечание: *M* — среднее арифметическое; *m* — средняя ошибка; *n* — число измерений.

Как можно видеть из таблиц и графиков, показатели отдельных физико-механических свойств древесины бука сильно меняются даже в пределах одного кряжа как в здоровой зоне, так и в зоне поврежденной древесины, что часто вызывает затруднение при обобщении полученных материалов.

Это затруднение в изучении свойств древесины бука отмечают и Мойер — Вечелин [4]. Однако, если образец взят из одного кряжа и из одних и тех же годичных слоев, можно более отчетливо заметить влияние грибных поражений на физико-механические свойства (табл. 1).

Полученные данные подтверждают возможность использования древесины в начальной фазе мрамора, на что указывает П. Хюбш [5], а также В. Л. Авалиани [1].

Проведенные нами исследования кавказского бука подтверждают некоторые положения работы проф. А. Т. Вакина [3] (по закарпатскому буку) о тенденции к повышению свойств древесины от периферии к центру.

Это положение частично можно наблюдать на рис. 2.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Древесина бука, поступающая на Сталинирской лесокомбинат, в начальных стадиях грибных повреждений (побурение и мрамор) при правильном сухом хранении может быть использована для промышленных изделий; существует, однако, опасность, что подпар и мрамор, при благоприятных для грибов условиях, быстро прогрессируют и приводят в конечном итоге древесину в негодность. Переход от мрамора к мягкой гнили очень резок как по срокам его наступления, так и по показателям физико-механических свойств.

2. Древесина бука в начальной стадии мрамора, по нашим данным, сохраняя еще физико-механические свойства, близкие к нижним пределам их колебаний в здоровой древесине, может употребляться при сухом хранении в неответственных изделиях, но лучше применять такую древесину как декоративный материал для столярных поделок.

3. Древесина бука в стадии подпара может употребляться при правильном сухом хранении в более ответственных, чем в предыдущем случае, изделиях и сооружениях. Такая древесина темнее, чем здоровая, но это различие сглаживается после пропарки древесины. Физико-механические свойства ее незначительно снижены по сравнению с показателями здоровой древесины.

4. Древесина бука в стадии побурения имеет лишь несколько пониженные, а нередко и одинаковые со здоровой древесиной свойства. Сниженные физико-механические свойства наблюдаются, вероятно, потому, что граница между стадией побурения и подпара не резко выражена, и часть образцов поступало на испытание из переходной между этими фазами зоны.

Она может употребляться наравне со здоровой древесиной в ответственных сооружениях, но при этом нужно обращать особое внимание на условия ее хранения.

5. Древесина бука с ложным ядром может употребляться наравне со здоровой древесиной, за исключением особо ответственных и специальных изделий и сооружений (древесина с ложным ядром труднее поддается пропитке, чем здоровая, хуже гнется, может передавать специфический запах пищевым продуктам и в некоторых случаях придает им окраску).

Показатели ее физико-механических свойств несколько повышены по сравнению со средними показателями здоровой древесины и близки

к ее верхним пределам. Однако звездчатое ложное ядро не следует употреблять в ответственных сооружениях, так как в отличие от других типов ложного ядра (защитная древесина) оно всегда связано с деятельностью грибов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Л. Авилиани. Сушка бука перегретым паром. 1953. [2]. А. Т. Вакин. Задыхание в кряжах лиственных пород и меры борьбы с ним. Информ. листок ЦНИИМОД, 1950. [3]. А. Т. Вакин, И. А. Чернцов, М. В. Акиндинов. Исследование древесины ложного и морозного ядер бука из Закарпатской области. Труды института леса Академии наук СССР, т. XVI, 1954. [4]. Mayer—Wegelin. Die Verkernung des Buchenholzes, Silvae, Orbus, № 15, Berlin, 1944. [5]. P. Hübsch, Holzerstorende Pilze, Urania 19, № 16, 1956.

Поступила в редакцию
2 февраля 1959 г

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ТКАНЯХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Д. В. СОКОЛОВ

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Существование электрического напряжения в растениях известно сравнительно давно, но полного объяснения этого явления до настоящего времени нет. Наиболее распространенным объяснением существования электрического напряжения в стволе дерева является предположение, что оно возникает в связи с передвижением воды, а также с происходящими в клетках растений биохимическими процессами.

По этому вопросу следует отметить работу Парра [1], который провел массовые опыты определения электрического напряжения у некоторых видов сосен (*P. resinosa, P. strobus*), ели (*P. rubra*) и бука (*F. grandifolia*). При этом дерево рассматривалось как целая биоэлектрическая система, вершина которого по отношению к основанию является положительным плюсом.

В результате этих опытов было установлено, что изменение электрического напряжения в тканях древесных пород тесно связано с их сезонным развитием, энергией роста и воздействием факторов внешней среды (температуры, света, влажности и патологических факторов).

Весной электрическое напряжение у здоровых деревьев является положительным и притом максимальным, затем медленно понижается и к зиме становится отрицательным.

У деревьев, поврежденных короедами, электрическое напряжение резко снижается (уже в июне), быстро приближается к нулю, а затем становится отрицательным еще до конца вегетационного периода. К зиме у таких деревьев электрическое напряжение вновь становится положительным, в то время как у здоровых оно всегда отрицательное.

На основании результатов своих опытов Парр пришел к заключению о возможности по величине электрического напряжения определять жизнестойкость деревьев.

Наш опыт был поставлен в целях выяснения возможности определения фитопатологического состояния деревьев по разности электрического потенциала в тканях древесного ствола. Опытные исследования производились весной и осенью в Лисинском учебно-опытном лесхозе Ленинградской лесотехнической академии. Определение напряжения производилось с помощью магнитно-электрического гальванометра (ГМП, выпуска 5, 1946 г.), снабженного серебряными электродами в виде игл, которые вставлялись в древесину ствола на глубину 1 *см*, и на расстоянии 20 *см* по вертикали.

В связи с выяснением возможностей определения фитопатологического состояния деревьев по величине электрического напряжения, в программу наших исследований входило следующее:

1. Определение электрического напряжения у здоровых деревьев различных родов древесных пород (табл. 1), которое производилось в посадках Арнольда, расположенных в парковом квартале Лисинского лесхоза на берегу реки Лустовки.

Таблица 1

№ дерева	Порода	Возраст, лет	Электрический потенциал *mv*			
			весной 13/VI			осенью 15/IX
			утром	днем	вечером	вечером
62	Лиственница *(L. sibirica)* . .	104	+0,75	+0,5	+2,5	+1,25
181	Сосна *(Pinus silvestris)* . . .	104	+0,5	+0,5	+0,5	+1,25
119	Ель *(Picea excelsa)*	104	+0,75	+0,5	+2,25	+1,50
65	Пихта *(Abies sibirica)*	104	+1,75	+0,75	+3,5	+1,75
6	Ольха черная *(Alnus glutinosa)*	50	+0,75	+0,75	+1,0	+1,0
7	Липа *(Tilia rotundifolia)* . .	60	+1,25	+0,5	+1,75	+0,75
10	Береза *(Betila verrucosa)* . .	70	+1,25	+0,5	+1,75	+1,75

2. Определение электрического напряжения у деревьев разного возраста (табл. 2) было проведено днем 15 июня в древостоях типа ельник-черничник на постоянных пробных площадях, расположенных в кв. № 99 и 10 Лисинского учебно-опытного лесхоза.

Таблица 2

Возраст древостоя	Количество деревьев			Электрический потенциал *mv*					
				ель		береза		осина	
	ель	береза	осина	средние данные	колебания	средние данные	колебания	средние данные	колебания
Спелый . . .	14	13	15	+1,0	+0,75; +1,25	+1,25	+1; +1,5	+1,25	+1; +2
Жердняк . . .	13	11	5	+0,75	+0,5; +0,75	+0,5	—	—	—
Молодняк . .	10	10	2	+0,75	+0,5; +1,5	+0,5	+0,5; +0,75	+1,0	—

3. Определение электрического напряжения (табл. 3) было произведено у нескольких деревьев березы, сосны и ели, пораженных различными гнилями. При этом одновременно производилось определение электрического напряжения у соседних здоровых деревьев.

Таблица 3

Порода	Характер гнили или повреждения	Название гриба, вызвавшего гниль	Электрическое напряжение в *mv*	
			больные деревья	здоровые деревья
Сосна	Центральная, пестрая, ямчатая . . .	*Trametes pini*	+0,5	+0,5
Береза	Периферическая, белая, волокнистая	*Fomes igniarius*	+0,5	+0,5
„	Центральная, белая, волокнистая . .	„	+0,5	+0,5
„	То же	„	+0,5	+0,5
„	То же	„	+0,5	+0,5
„	То же	„	+0,5	+0,5

Результаты проведенных опытов по определению электрического напряжения у здоровых и больных деревьев различных древесных пород не могут служить основанием для окончательных выводов, но все же позволяют отметить следующее:

1. Электрическое напряжение у деревьев разных пород различно. Это различие особенно резко заметно у хвойных и лиственных пород.

2. В течение суток электрическое напряжение у деревьев различных древесных пород изменяется примерно одинаково, а именно: наибольшее наблюдается вечером, а наименьшее — днем.

3. К концу вегетационного периода (к осени) электрическое напряжение падает у всех древесных пород.

4. Электрическое напряжение увеличивается с возрастом дерева.

5. Электрическое напряжение у здоровых деревьев и у деревьев, пораженных центральными стволовыми гнилями, одинаково.

В целях подробного изучения электрического напряжения в дереве в течение всего года, при изменениях внешних условий среды, осенью 1951 г. были начаты стационарные наблюдения над изменениями напряжения в дереве вяза, произрастающем около главного здания ЛТА. Для этого в дереве закреплялись серебряные электроды, провода от которых были проведены в помещение лаборатории фитопатологии, где подключались к гальванометру. Определение электрического напряжения производилось ежедневно утром, в полдень и вечером. Одновременно отмечалось погода и температура воздуха. Результаты наблюдений за ряд лет в настоящее время обрабатываются.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. T. P a r r. Voltage gradients in trees as an indicator of susceptibility to insect attack. Journal of Forestry, V. 41, № 6, 1943.

Поступила в редакцию
28 марта 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

РАЗРУШЕНИЕ ГРИБАМИ СИНЕВЫ ВТОРИЧНОГО СЛОЯ КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ

И. Г. КРАПИВИНА

Младший научный сотрудник

(Центральный научно-исследовательский институт механической обработки древесины)

Противоречивые сведения о влиянии синевы на технические свойства древесины заставили Лабораторию защиты древесины ЦНИИМОД провести серию исследований, посвященных этому вопросу. Работы в этом направлении были начаты В. В. Миллером, Е. М. Мейер и И. А. Чернцовым [3]. В более широком масштабе с новым подходом к вопросу эти исследования были продолжены С. Н. Горшиным [1]. В своих работах он уделял основное внимание точному определению видов грибов синевы и строгому соблюдению стандартных условий опыта. Изучению была подвергнута древесина сосны, находившаяся под длительным воздействием следующих 16 видов грибов: *Ophiostoma pini* (Münch) H. et P Syd., *O. piceae* (Münch) H. et P. Syd., *O. coerulescens* (Münch) Nannf., *Phialophora fastigiata* (Lag. et Mel.) Con., *Pullularia pullulans* (De Bary) Berkhout, *Trichosporium heteromorphum* Nannf., *Hormiscium antiquum* Sacc. *Alternaria humicola* Oud., *Leptographium Lundbergii* Lag. et. Mel., *Rhinocladiella atrovirens* Nannf., *Sporodesmium cladosporioides* Corda, *Cladosporium herbarum* Link., *Discula pinicola* (Naum.) Petrak *v. mammosa* Lag., *D. brunneo-tingens* H. Meyer.

Параллельно с физико-механическими и другими испытаниями пораженной древесины проводилось исследование характера воздействия этих грибов на анатомические элементы древесины.

Работы по анатомии были начаты Е. И. Мейер. В 1953 г. она впервые отметила образование полостей во вторичном слое клеточной стенки трахеид древесины сосны, пораженной отдельными видами грибов синевы [2]. В 1955 г. С. А. Туманян, продолжая эти наблюдения, подтвердила способность грибов *O. pini*, *O. piceae*, *A. humicola* разрушать вторичные слои клеточных стенок [4].

Дальнейшее исследование в этом направлении, начиная с 1955 г., проводилось автором под руководством С. Н. Горшина *.

Проведенное анатомическое исследование древесины, испытавшей длительное воздействие указанных выше грибов синевы, показало, что разные грибы в разной степени способны разрушать древесину, но ха-

* Изучение анатомической картины разрушения древесины грибами *O. pini*, *A. humicola*, *S. cladosporioides*, *R. atrovirens* проведено Н. П. Аксеновой.

рактер разрушения остается общим для всех видов и может быть отнесен к типу «умеренной гнили». Исключение составляют *S. cladosporioides, R. atrovirens, C. herbarum, D. brunneo-tingens,* не вызывающие деструкции стенок трахеид.

Впервые такой тип разрушения древесины, который теперь относят к «умеренной гнили», был описан Бейли и Вестл [6]. Авторы отметили наличие вокруг гиф, идущих во вторичном слое параллельно продольной оси фибрилл целлюлозы, цепочки полостей биконической и цилиндрическо-биконической формы.

Несколько позже было установлено, что разрушения такого типа вызываются сумчатыми и несовершенными грибами в условиях повышенной влажности и обильной аэрации. В частности, Баргорн и Линдер [7], Кольмейер [9] отметили разрушение вторичных слоев клеточных стенок древесины, омываемой морской водой, и выделили из пораженной древесины целый ряд сумчатых и несовершенных грибов. Финдлей и Сэвори [8], [11] наблюдали этот же тип разрушения в деревянных деталях градирен. Они выделили из разрушенной древесины *Chaetomium globosum,* который вызвал характерное разрушение вторичного слоя также и в лабораторных условиях.

В последнее время появилось довольно значительное количество работ, посвященных исследованию «умеренной гнили», что указывает на большой интерес, проявляемый к этому типу разрушения.

В настоящей работе сообщаются некоторые особенности поведения грибов синевы при разрушении ими клеточных стенок трахеид. Нужно отметить, что грибы синевы способны разрушать клеточную стенку, по-видимому, только после того как будут использованы легко усвояемые вещества протопласта.

При переходе к разрушению клеточных стенок толстые бурые гифы, идущие в просветах трахеид и паренхиме сердцевинных лучей, плотно прикладываются к стенкам трахеид или паренхимных клеток и образуют тонкие бесцветные отростки, прободающие клеточную стенку приблизительно под прямым углом к направлению волокон древесины. Прободающие отростки или выходят в просвет соседней трахеиды и выполняют функцию продвижения гриба, или, достигая центральной части вторичного слоя, прекращают рост в длину и начинают определенным образом ветвиться, обеспечивая этим проникновение гиф в толщу клеточной стенки. Такие прободающие отростки в отличие от прободающих отростков, выполняющих функцию продвижения, мы назвали специализированными.

Веточки прободающего отростка обычно образуются на его конце супротивно и ориентируются таким образом, что направление их роста совпадает с направлением продольных осей фибриллярных цепочек целлюлозы. Так как сам прободающий отросток продвигается в клеточной стенке перпендикулярно к продольным осям фибрилл, а его веточки располагаются параллельно этой структуре, то возникает образование, напоминающее по форме молоток (рис. 1, *а*). Иногда такой тип ветвления упрощается или усложняется, но основные направления роста прободающего отростка и его веточек остаются постоянными (рис. 1, *б, в, г*). Веточки, сохраняя полученную ориентировку, растут в длину и одновременно разрушают окружающее их вещество вторичного слоя.

Таким образом, переход к разрушению клеточной стенки сопровождается изменением характера мицелия и образованием в известной мере специализированных органов деструкции, обеспечивающих проникновение и распространение гиф во вторичном слое, а также ориентировку их в соответствии с субмикроструктурой древесины.

Первоначальные изменения клеточной стенки удается обнаружить только с помощью красителей и реактивов. Так, в клеточной стенке, пронизанной мицелием *P. fastigiata,* вокруг гиф появляются зоны, интенсивно окрашенные гематоксилином (рис. 1, *д*). В древесине, пораженной *T. heteromorphum,* удавалось наблюдать окраску этих мест от сафранина в гвоздичном масле по методу Н. И. Цешинской.

Несколько позже вокруг гиф, идущих вдоль фибриллярной структуры, образуются хорошо заметные и на неокрашенных срезах мелкие полости (рис. 1, *е*). Эти полости обычно сливаются, образуя вокруг гиф свободные пространства характерной формы, содержащие продукты разрушения клеточной стенки. Одновременно с разрастанием полостей увеличивается диаметр лежащих в них отрезков гиф (рис. 1, *ж*). В то же время концы гиф, сохраняя прежнее направление и размер поперечного сечения, могут расти в длину, образуя новые полости. В результате возникают ориентированные вдоль фибриллярной структуры цепочки следующих друг за другом полостей (рис. 1, *з*). Нарастание такой, расположенной по спирали, цепочки идет базипетально, поэтому на ее конце всегда имеются начальные стадии разрушения древесины (рис. 1, *и*).

Часто гифа, которая уже дала начало одной цепочки, начинает ветвиться во вторичном слое (рис. 1, *к*). Вокруг вновь образовавшихся веточек, расположенных также параллельно продольной оси фибрилл целлюлозы, развиваются новые цепочки полостей. Сближенное расположение цепочек приводит часто к разрушению вторичного слоя по всей окружности трахеиды (рис. 2).

Таким образом, основываясь на видимых изменениях вторичных слоев вокруг гиф, ориентированных вдоль фибриллярной структуры, можно выделить две стадии разрушения клеточной стенки. Первая из них выявляется только с помощью красителей и реактивов. Вторая хорошо заметна и без специальной обработки.

Первая стадия наблюдается вокруг всех гиф, идущих внутри клеточной стенки, независимо от их ориентировки. Вторая стадия, как правило, встречается только вокруг гиф, расположенных параллельно фибриллярной структуре. Для перехода ко второй стадии необходима специальная ориентировка гиф, которую обеспечивают органы деструкции.

Полости, составляющие цепочки, имеют более или менее одинаковую форму. На рис. 3 представлен вид полостей на тангентальных срезах древесины.

Общим для всех форм полостей, как отметили Бейли и Вестл [6], является сохранение определенного угла наклона стенки полости к продольной оси фибрилл целлюлозы. Релофсен [10] считает, что форма полостей и постоянный угол наклона связаны с возможной скоростью диффузии целлюлозы внутри клеточной стенки в поперечном и продольном направлениях. Следовательно, образование полостей существенно зависит от ферментативной деятельности гриба, а форма полостей — от субмикроструктуры древесины.

Способность грибов синевы разрушать отдельные вещества клеточной стенки не изучалась нами специально. Однако на основании результатов гистохимических окрасок, проделанных попутно с анатомическими исследованиями, можно отметить, что процесс деструкции начинается, по-видимому, с нарушения связи между целлюлозой и лигнином. Поэтому участки клеточной стенки, непосредственно примыкающие к тонким бесцветным гифам, или расположенные вокруг мелких разрастающихся полостей, дают реакции как на лигнин, так и на целлюлозу. Реакция на лигнин с флороглюцином и соляной кислотой получается без специальной обработки срезов. Реакция на целлюлозу удается только после

кратковременного действия на срезы слабого раствора реактива Швейцера. Эти же участки клеточной стенки окрашиваются гематоксилином иначе, чем нетронутая грибом клеточная стенка, и обладают повышенной способностью к восстановлению серебра. Первое говорит об изменении кислотности вещества древесины при нарушении лигно-углеводного комплекса; второе — о начавшемся процессе разрушения целлюлозы.

Целлюлоза подвергается наиболее сильному разрушению. Образование полостей идет в основном, вероятно, за счет потребления этого полисахарида. В результате в полости накапливаются продукты разрушения клеточной стенки, богатые лигнином. На большое содержание лигнина в них указывает малиновая окраска от флороглюцина с соляной кислотой, причем окраска бывает более яркая, чем у незатронутой грибом древесины. Способность этих веществ, заполняющих полость, усиленно восстанавливать серебро говорит о содержании в них продуктов разрушения целлюлозы.

Такие виды грибов, как *O. pini, D. pinicola, v. mammosa* и др., которые являются наиболее сильными разрушителями среди изученной группы грибов, способны изменять и этот сильно лигнифицированный продукт: он перестает окрашиваться в черный цвет от гематоксилина и принимает красную окраску от сафранина в гвоздичном масле. Обычно такого рода изменения имеют место в «старых» полостях с толстыми бурыми гифами.

Полученные данные о разрушении грибами синевы отдельных веществ клеточной стенки доказывают наличие у них ферментов, позволяющих использовать древесину как субстрат для питания. Грибы синевы неспособны вызывать разрушение больших участков древесины. Они образуют мелкие очаги деструкции, локализованные во вторичном слое клеточной стенки, что дает возможность рассматривать их как слабых разрушителей древесины.

Наличие специализированного ферментативного аппарата, наряду с образованием особых органов деструкции при переходе к разрушению клеточной стенки, следует рассматривать, как результат эволюционной адаптации к условиям жизни в древесине. Высокая степень приспособленности, а также вызываемый грибами синевы характер разрушения древесины позволяет отнести их к числу возбудителей «умеренной гнили».

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. Н. Горшин. Дождевание древесины. Гослесбумиздат, М., 1953. [2]. Е. И. Мейер. Определитель деревоокрашивающих грибов. Гослесбумиздат, М., 1953. [3]. В. В. Миллер, Е. И. Мейер, и И. А. Черцов. О технических свойствах засинелой древесины. Защита и хранение древесины. Труды ЦНИИМОД, вып. 2 (8), 1951. [4]. С. А. Туманян. Данные о путях распространения гиф различных видов деревоокрашивающих грибов в древесине сосны. Известия АН Арм. ССР. Биология и сельхоз. науки, т. 9, № 8, 1956. [5]. J. R. Aaron and K. Wilson. Soft-rotting Fungi in Timber. Wood, vol. 20, No, 5, 1955. [6]. J. W. Bailey and M. R, Vestal. The Significance of Certain Wood-Destroying Fungi in the Study of the Enzymic Hydrolysis of Cellulose. Arnold Arboretum, vol. 18, No. 3, 1937. [7]. E. E, Barghoorn and D. H. Linder. Marine Fungi. Their Taxonomy and Biology. Farlowia, vol. I, 1944. [8]. W. P. K. Findlay und J. G. Savory. Moderfäule. Die Zersetzung von Holz durch nieder Pilze. H. R. Wkst., Bd. 12, H. 8, 1954. [9]. J. Kohlmeyer. Holzzerstörende Pilze im Meerwasser. H. R. Wkst., Bd. 16, H. 6, 1958. [10]. P. A. Roelofsen. Eine mögliche Erklärung der typischen Korrosionsfigure der Holzfasern bei Moderfäule. H. R. Wkst., Bd. 14, 1956. [11]. J. G. Savory. The Breakdown of Timber by Ascomycetes and Fungi Imperfecti. Ann. Appl. Biol., vol. 14, No. 2, 1954.

Поступила в редакцию
15 июня 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ СКЛЕИВАНИЯ И ПРИЛИПАНИЯ ВЫСОКОПОЛИМЕРОВ

(ОБ ОДНОМ НОВОМ ФАКТОРЕ, ВЛИЯЮЩЕМ НА РАБОТУ АДГЕЗИИ, АВТОГЕЗИИ И КОГЕЗИИ ПОЛИМЕРОВ)

Н. И. МОСКВИТИН

Профессор, доктор химических наук

Н. М. АЛФЕРОВА, В. Н. НИКИТИНА

Ассистенты

(Московский лесотехнический институт)

Процессы склеивания получили большое распространение в производстве фанеры, древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит и пластиков, мебели, бумаги, картонов и т. д. Еще более распространены явления прилипания. Несмотря на это, механизмы явлений адгезии, автогезии и когезии все еще недостаточно изучены. Поэтому исследования, расширяющие наши познания в этой области, будут полезны.

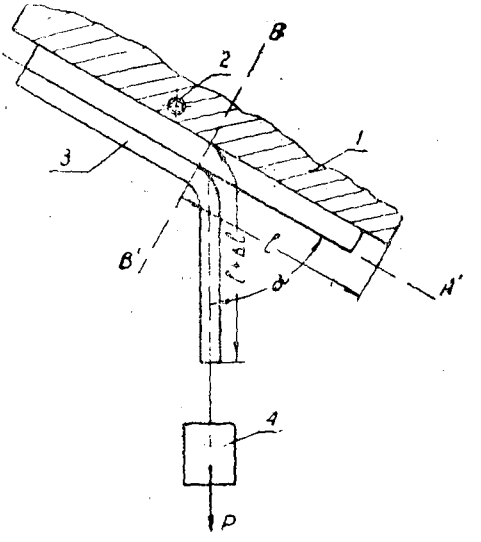
При изучении поведения различных полимерных материалов в условиях, когда явления релаксации, возникающие в этих материалах при динамической нагрузке, оказывают существенное влияние на работу отрыва, обнаружено, что при расслаивании многослойных [4] и раздирании однородных материалов [5] работа отрыва — W_0 (*эрг/см*^{2}) меняется в зависимости от скорости расслаивания или раздирания образцов V_0 (*см/сек*). С увеличением V_0 растет W_0, достигая при быстром отрыве весьма больших значений (до 10^6 *эрг/см*^{2}). Было также найдено, что работа отрыва не остается постоянной, если меняются факторы, влияющие на упругую энергию полимера (нагрев образца, присутствие в материале пластификаторов и наполнителей, структурирование полимера).

Повышение температуры и увеличение содержания пластификаторов в полимере снижают W_0. Образование же двухмерной и трехмерной структуры, усиление связей между молекулами, перевод полимера в пленочное состояние, ориентирование его цепей (то есть все то, что повышает механическую прочность полимера) увеличивают работу отрыва [4], [5].

В тоже время изменение условий, влияющих на скорость стекания электрических зарядов, возникающих на поверхностях расслаивания [1], оказывает на W_0 незначительное влияние. Так, уменьшение диэлектрической проницаемости среды в несколько десятков раз (замена воздушной среды на водную) уменьшает работу отрыва всего на несколько процентов [4]. Эти опыты, а также расчеты механической прочно-

сти исследуемых материалов [5], позволили сделать вывод, что W_0 нельзя свести к одному компоненту $W_{эл}$ (то есть рассматривать как работу только против электрических сил) и предложить релаксационно-электрическую теорию склеивания и прилипания.

Согласно этой теории, W_0 рассматривается как результирующая трех компонентов: $W_{деф}$ — работы, затрачиваемой на деформацию материала и приводящей систему в новое термодинамическое и структурное состояние; эта работа может быть приближенно подсчитана, исходя из упругой энергии растяжения материала; $W_{эл}$ — работы, идущей на раздвижение обкладок молекулярного электрического конденсатора; $W_{адг}$ — работы адгезии (при адгезионном типе отрыва), количественно определяемой балансом межфазных поверхностных натяжений, или $W_{ког}$ — работы когезии (при когезионном расслаивании), количественно обусловливаемой энергией химических связей (если рвутся цепи полимера) или энергией когезионного взаимодействия функциональных групп молекул полимера (если разрываются межмолекулярные связи).



Р с. 1. Прибор с вращающейся пластинкой системы Б. В. Дерягина.

1 — пластинка; *2* — ось; *3* — образец; *4* — груз (P).

$W_0 = \frac{P \cdot g}{b}(1 - \cos\alpha)$ эрг/см².

Удельный вес каждого из этих компонентов неодинаков и определяется условиями расслаивания и внутренней структурой системы.

Изменяемость W_0 от скорости расслаивания интерпретируется как результат влияния двух факторов: скорости протекания релаксационных явлений, возникающих в материале при воздействии на него внешних сил, и скорости стекания электрических зарядов с обкладок микроэлектроконденсатора — с поверхностей расслаивания.

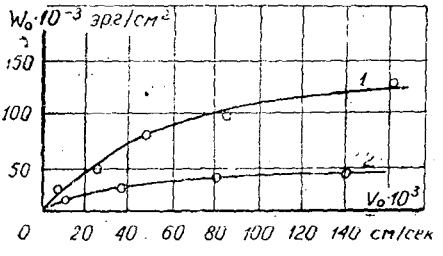


Рис. 2. Зависимость работы расслаивания W_0 синтетического каучука (работы автогезии) от скорости расслаивания V_0 и угла отрыва α.

1 — $\alpha = 180°$; *2* — $\alpha = 90°$.

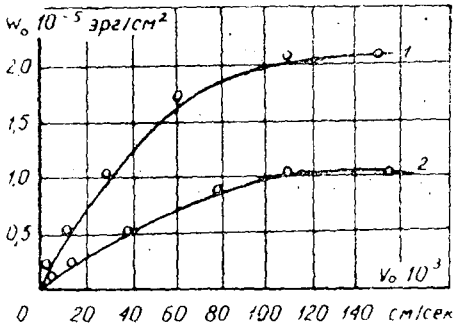


Рис. 2а. Зависимость работы расслаивания W_0 синтетического каучука (работы когезии) от скорости расслаивания V_0 и угла отрыва α.

1 — $\alpha = 180°$; *2* — $\alpha = 90°$.

Несмотря на сравнительно большое число исследований, проведенных авторами электрической теории адгезии [1], [2] и релаксационно-электрической теории склеивания и прилипания [3], [4], вопрос о том, каков же удельный вес $W_{эл}$ и $W_{дсф}$ в общей результирующей W_0, все еще не решен. Не выяснено, действительно ли при адгезионном расслаивании $W_{дсф}$ не оказывает влияния на работу отрыва.

Данная работа поставлена нами с целью получить дополнительный экспериментальный материал для доказательства справедливости положения, что при больших скоростях расслаивания, независимо от типа отрыва, $W_{дсф}$ играет существенную роль в общей результирующей. Еще раньше было подмечено [5], что W_0 гомогенных полимеров зависит, при прочих равных условиях опыта, от угла α (угла между направлением действия силы P и плоскостью расслаивания AA'; (рис. 1). Работа отрыва при $\alpha = 90°$ (рис. 2) оказалась намного меньше, чем при $\alpha = 180°$ (при одинаковых V_0).

Основываясь на этих наблюдениях, мы решили детально исследовать влияние этого фактора на W_0, полагая, что изучение зависимости $W_0 = f(\alpha)$ может дать материал, который позволит более строго оценить влияние $W_{эл}$ и $W_{деф}$ на величину W_0.

Экспериментальная часть

Для своих исследований мы взяли в качестве подложки древесину сосны и бука, в качестве пленки — хирургический липкий пластырь. Древесина была выбрана как полимерный материал, являющийся основным сырьем в производстве мебели, фанеры, различных искусственных древесных плит и пластиков. Применение хирургического липкого пластыря облегчало проведение большого числа опытов и достижение стабильных условий испытания; при проведении опытов учитывалась неоднородность подложки, которую нам не удалось полностью устранить, несмотря на тщательный отбор образцов.

Из древесины вырезались образцы размером $3 \times 10 \times 1$ *см*. Рабочая поверхность тщательно обрабатывалась до высокой степени гладкости. Образцы по своей текстуре (морфологическому строению) подбирались одинаковые и выдерживались до постоянной влажности в эксикаторе с безводным хлористым кальцием.

Хирургический пластырь вначале приклеивался к подложке катком, затем образцы помещались на 10 *час* в пресс под давлением 0,2 *кг/см*^{2}.

Исследования проводились на адгезиометре с вращающейся пластинкой (рис. 1) при $\alpha = 45$, 60, 90, 120, 135 и 150°.

Работа отрыва определялась, исходя из уменьшения потенциальной энергии отрывающего груза P, переходящей в работу отрыва, которую относили к единице площади

$$W_{полн} = \frac{P \cdot g \cdot h}{S} \quad эрг/см^2, \qquad (1)$$

где P — груз, отрывающий пленку от подложки в *г*;
g — ускорение свободно падающего тела = 981 *см/сек*^{2};
h — глубина опускания груза P в *см*;
S — площадь отрыва (*см*^{2}), равная $l \times b$, где l и b соответственно — длина и ширина участка расслаивания.

Работа, затрачиваемая на продольное растяжение пленки и попе-

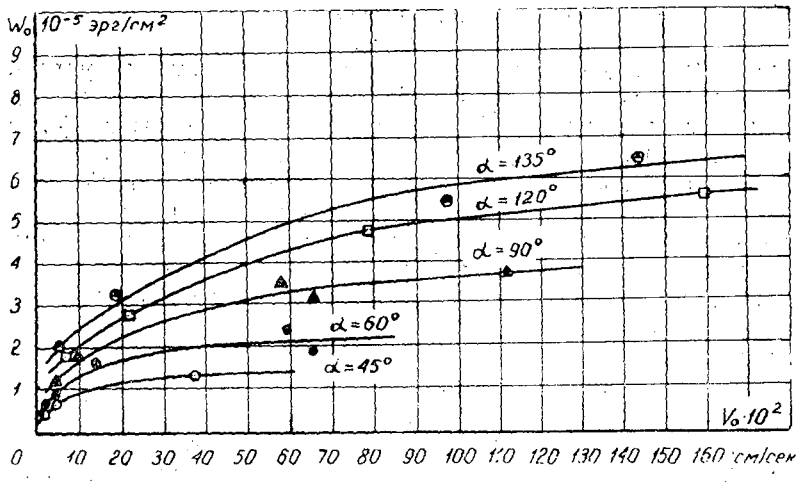


Рис. 3. Зависимость $W_0 = f(V_0; \alpha)$; древесина бука — медицинский липкий пластырь.

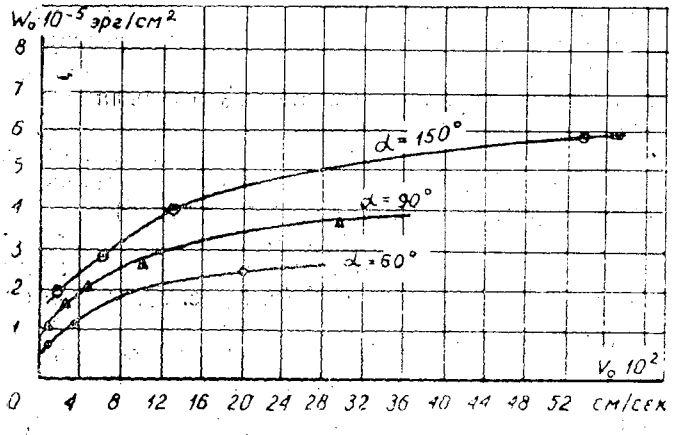


Рис. 4. Зависимость $W_0 = f(V_0; \alpha)$; древесина сосны — медицинский липкий пластырь.

речное сжатие ее может быть с известным приближением подсчитана по уравнению

$$W_{\text{раст}} = \frac{P \cdot g \cdot \Delta l}{S} \text{ эрг/см}^2, \qquad (2)$$

где Δl — удлинение ленты (в *см*), вызываемое действием груза P.

Заменяя h через $l(1 - \cos\alpha)$ и S через $l \cdot b$, получаем новое уравнение, в которое входит угол отрыва. Это уравнение позволяет подсчитывать работу отрыва без учета компонента $W_{\text{раст}}$

$$W_0 = \frac{P \cdot g \cdot l(1 - \cos\alpha)}{l \cdot b} = \frac{Pg}{b}(1 - \cos\alpha) \text{ эрг/см}^2. \qquad (3)$$

Для получения средних числовых значений каждой точки кривых, зависимости $W_0 = f(V_0)$ при различных углах отрыва α, представленных на рис. 3 и 4, нами проводилось в каждом случае от 80 до 100 измерений. Во всех случаях при отслаивании пленки от подложки наблюдался адгезионный тип отрыва.

Обсуждение результатов

На рис. 3 и 4 видно, что работа отрыва зависит от угла α: чем больше его величина, тем больше W_0 при одинаковых скоростях расслаивания. Следовательно, W_0 для любого типа отрыва (см. также работы [3], [4], [5]) зависит не только от скорости падения груза P, но и от угла отрыва α. W_0 возрастает с увеличением угла α и V_0.

Зависимость W_0 от угла α нами рассматривается как доказательство того, что компонент $W_{деф}$ безусловно влияет на W_0 и притом весьма существенно. Если бы это было не так, то W_0 не менялось бы при изменении α, поскольку $W_{эл}$ при больших скоростях отрыва достигает максимума, характеризующегося величиной, независимой от угла расслаивания:

$$W_{эл} = 2 \cdot \pi \cdot \sigma^2 \cdot h \quad \text{(для воздушной среды)}, \tag{4}$$

где b и h — соответственно величины: поверхностной плотности электризации обкладок микроэлектроконденсатора и зазора между обкладками; максимальное значение h достигается при больших скоростях отрыва [3].

Следовательно, кривые зависимости W_0 от V_0 при различных углах α (при допущении, что $W_{эл}$ является единственным и основным компонентом) должны были бы в пределе (при быстром отрыве) слиться друг с другом. В действительности, как показывают наши опыты, этого нет.

Проанализируем также зависимость W_0 от угла α с точки зрения затраты энергии на объемную деформацию пленки, учитывая при этом характер протекания релаксационных процессов, возникающих в полимерах при деформации их. Разберем два характерных случая: отрыв при тупом и остром углах расслаивания (рис. 5).

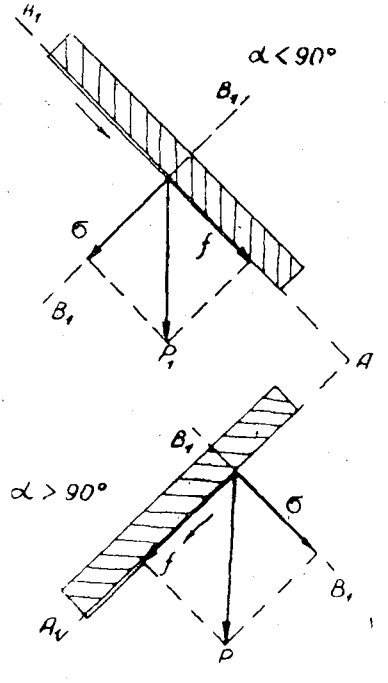


Рис. 5. Влияние составляющих сил — σ и f — на работу отрыва W_0.

Так как $W_{деф}$ есть работа, затрачиваемая на растяжение пленки в плоскости BB' (см. рис. 1), то при отрыве пленки под тупым углом будет достигаться бо́льшая деформация полимера и следовательно, будут получены бо́льшие значения $W_{деф}$, чем при $\alpha < 90°$. Поскольку $W_{деф}$ входит как основной компонент в общую результирующую W_0, то рост $W_{деф}$ вызовет увеличение W_0. Наши опыты (см. рис. 3 и 4) подтверждают это.

При разложении силы P на составляющие — силу σ, направленную по нормали к плоскости AA', и силу f, направленную тангенциально силам адгезии (вдоль плоскости BB'), — мы обнаруживаем другое важное обстоятельство (см. рис. 5) — неодинаковое влияние этих сил на W_0. Сила σ, независимо от угла α, будет производить только одно действие — отрыв пленки от подкладки, тогда как сила f будет оказывать различное действие, в зависимости от того, под каким углом идет отрыв. При отрыве под тупым углом сила f будет сжимать пленку, и тем сильней, чем больше угол α. Работа сжатия пленки $W_{сж}$ войдет со-

ставным компонентом в работу отрыва — W_0. Таким образом, при отрыве под тупым углом, по сравнению с $\alpha = 90°$, энергии затрачиваться будет больше (при одинаковых скоростях расслаивания), так как в W_0, (при $\alpha > 90°$) войдет неучитываемый уравнением (2) компонент — $W_{сж}$.

Данные наших опытов находятся в хорошем согласии с этими выводами.

Далее, при одинаковой затрате энергии W_0 скорость отслаивания пленки от подложки при $\alpha > 90°$ будет меньше, чем при $\alpha = 90°$, учитывая работу $W_{сж}$. Результаты наших опытов полностью подтверждают этот вывод.

Возьмем второй пример — отрыв при $\alpha < 90°$. В этом случае сила f будет растягивать пленку.

Работа, затрачиваемая на этот вид деформации, войдет в компонент $W_{раст}$ (см. уравнение (2)). Поэтому, если пленка отрывается при $\alpha < 90°$, то W_0 должна быть меньше, чем при отрыве под прямым углом. Кроме того, растяжение пленки будет способствовать отслаиванию ее от подложки, что приведет к уменьшению значений W_0.

Эти выводы также находятся в хорошем согласии с результатами наших опытов.

Выводы

1. Работа отрыва при когезионном, автогезионном и адгезионном расслаивании зависит не только от скорости отрыва, но и от угла расслаивания.

С увеличением α работа отрыва, вычисляемая из уравнения

$$W_0 = \frac{P \cdot g}{b}(1 - \cos\alpha) \ эрг/см^2$$

растет при одинаковых условиях опыта.

2. Зависимость W_0 от V_0 и α подтверждает правильность релаксационно-электрической теории склеивания, предложенной Н. И. Москвитиным.

3. В значение W_0 безусловно входит компонент $W_{деф}$, оказывающий основное влияние на зависимость W_0 от V_0 и угла α.

4. Зависимость W_0 от V_0 обусловливается двумя факторами: скоростью стекания электрических зарядов с обкладок микроконденсатора и скоростью течения релаксационных процессов, возникающих в полимере при его деформации.

5. Зависимость W_0 от угла α при одинаковых скоростях расслаивания обусловливается изменением соотношения удельных весов $W_{эл}$ и $W_{деф}$ в общей результирующей W_0 в пользу $W_{деф}$.

6. Поскольку W_0 складывается в основном из двух слагаемых — $W_{эл}$ и $W_{деф}$, то бесспорно, величину поверхностей электризации обкладок микроэлектроконденсатора (плоскостей расслаивания) нельзя вычислять из уравнения

$$\sigma = \sqrt{\frac{W_0 \cdot D}{2\pi \cdot h}}.$$

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. В. Дерягин, Н. А. Кротова. Успехи физических наук, 36, 387, 1948; Доклады АН СССР, 61, 849, 1948; Адгезия. Изд-во АН СССР, 1949. [2]. Б. В. Дерягин, Н. А. Кротова, Ю. М. Кириллова. Доклады АН СССР, 97 475, 1954; В. В. Карасев, Н. А. Кротова, Б. В. Дерягин. Доклады СССР, 89. 109,

1953; В. В. Карасев и Н. А. Кротова. Доклады АН СССР, 92, 715,1954 г. В. В. Карасев, Н. А. Кротова. Доклады АН СССР, 92, 607, 1953. [3]. Н. И. Москвитин. Развитие химических процессов в производстве изделий из древесины (процессов склеивания и покрытия). Сб. работ Московского лесотехнического института, вып. 4, 1957, стр. 105. [4]. Н. И. Москвитин. К вопросу о механизме склеивания и прилипания. Сб. работ Московского лесотехнического института, вып. 5, 1957, стр. 3. [5]. Н. И. Москвитин. Релаксационно-электрическая теория склеивания и прилипания и ее обоснование. Сб. работ Московского лесотехнического института, вып. 5, 1957, стр. 18.

Поступила в редакцию
19 октября 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ЩЕЛОЧНОЙ СУЛЬФАТНЫЙ ЛИГНИН КАК УСИЛИТЕЛЬ ИСКУССТВЕННОЙ КОЖИ

Б. Д. БОГОМОЛОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

П. А. КИРПИЧНИКОВ

Доцент, кандидат технических наук

В. В. МОСКВА

Кандидат технических наук

(Казанский химико-технологический институт)

Н. С. ЧУМАКОВ

Главный инженер Казанского завода искусственной кожи

Одним из направлений рационального использования щелочного сульфатного лигнина может явиться применение его как усиливающей добавки при производстве искусственной кожи.

Семилетний план развития народного хозяйства предусматривает увеличение производства искусственной кожи к 1965 г. до 95 млн. $м^2$ против 41 млн. $м^2$ в 1957 г.

Производство искусственной кожи, как и других материалов с применением синтетических продуктов, более экономично и технологически проще.

Для получения искусственной кожи применяются разнообразные искусственные и синтетические материалы — волокна, пластмассы, клеи, каучуки и т. д. [7]. Изыскание недефицитных источников получения высококачественного сырья существенно для развития этой новой отрасли промышленности.

В последние годы большое число работ посвящено использованию промышленных лигнинов — массовых отходов целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности [1], [2], [3], [5], [6], [8], [9], [10], [11].

Наполнение искусственной кожи лигнином, являющимся природным пластиком, существенно улучшает технические свойства получаемого материала.

Работы по использованию щелочного сульфатного лигнина в качестве усилителя искусственной кожи проводились Проблемной научной лабораторией химической переработки древесины и использования отходов целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности при Архангельском лесотехническом институте им. В. В. Куйбышева, Казанским химико-технологическом институтом им. С. М. Кирова и Казанским заводом «Искож».

Для этой цели на камеральной установке Архангельского лесотехнического института, действующей на Соломбальском бумажно-дерево-

обрабатывающем комбинате, были получены образцы щелочного сульфатного лигнина, характеристика которых приведена в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Единица измерения	ИК-58-1	ИК-58-2	ИК-58-3
Влажность	%	6,75	10,2	7,0
Зольность	„	2,1	1,38	1,43
Водорастворимых веществ	„	6,97	7,73	9,09
Метоксильных групп	„	12,11	10,37	13,53
Суммарное содержание карбоксилов, фенольных и энольных гидроксилов	*мг-экв/г*	5,110	5,86	4,93
Содержание карбоксильных групп	„	0,995	0,876	0,924
Содержание фенольных и энольных гидроксилов	„	4,015	4,984	4,006

В течение 1958 г. в Казанском химико-технологическом институте и на заводе «Искож» была выполнена работа по введению указанных образцов щелочного сульфатного лигнина через латекс ДВХБ-70 * в искусственной стелечный полувал в целях улучшения его физико-механических показателей.

Предварительно лигнин растворялся при нагревании в слабом растворе едкого натра до получения 20%-ного раствора, который при перемешивании вводился в латекс ДВХБ-70 в количестве от 2,5 до 30% в расчете на полимер.

Полученный лигнинонаполненный латекс применялся для проклейки кожевенного волокна из расчета 30%, считая на сухое кожевенное волокно. Результаты испытаний искусственного стелечного полувала, наполненного лигнином, представлены в табл. 2.

На основании полученных результатов было принято решение о выпуске опытных партий искусственного стелечного полувала в условиях производства.

Кожевенное волокно для проклейки лигнинонаполненным латексом готовилось по принятому на заводе технологическому режиму. Хромовая стружка размалывалась отдельно в ролле до степени помола 65—70° по Шору.

Краснодубная вырубка после размола в ролле очищалась в узловителе от неразмолотых узелков кожи и отливалась на пресспате.

Из подготовленного таким способом хромового и краснодубного волокна составлялась партия. Масса одной партии смешивалась в рафинере и рафинировалась в течение от одного до полутора часов до степени помола 70—75°.

Затем волокно обрабатывалось сульфит-целлюлозным экстрактом, после чего разделялось на две части, из которых одна проклеивалась обычным латексом ДВХБ-70, другая — лигнинонаполненным (в количестве 30% от веса волокна в обоих случаях).

Проклейка кожевенного волокна производилась в обычных производственных условиях. Наполненный лигнином латекс ДВХБ-70 перед подачей на проклейку разбавлялся водой до концентрации полимера 3,0—3,5%. В качестве стабилизатора в латекс вводился сульфит-целлюлозный экстракт. При введении лигнина в латекс в количестве 10% и выше стабилизация не требовалась.

* Латекс синтетический ДВХБ-70 представляет собой водную дисперсию сополимера бутадиена и винилиден-хлорида.

Таблица 2

Количество лигнина (в %), добавляемого к латексу ДВХБ-70	Влажность в %	Толщина в *мм*	Удельный вес *г/см³*	Среднее сопротивление разрыву в *кг/мм²*		Удлинение в %		Намокание за 2 часа в %	Набухание за 2 часа в %	Скатываемость в *мм/мин*	Жесткость в *кг/см²*
				в сухом виде	в мокром виде	в сухом виде	в мокром виде				
Без добавки	6,0	3,26	1,08	1,72	1,20	32	55	10,4	10,6	0,42	10,3
2,5	5,2	2,76	1,09	2,17	1,71	31	61	10,0	11,6	0,40	9,7
5,0	7,5	2,67	1,08	2,35	1,86	33	63	8,7	10,4	0,32	9,7
7,5	9,2	2,38	1,08	2,54	2,14	44	64	6,4	6,3	0,10	7,9
10,0	5,4	2,57	1,08	2,45	2,00	40	72	7,0	10,6	0,05	7,0
15,0	4,8	2,80	1,07	2,39	1,91	34	61	9,0	10,3	0,06	12,0
20,0	4,7	2,90	1,06	2,24	1,70	29	53	10,4	9,6	0,06	13,1
30,0	4,5	2,91	1,05	2,27	1,74	27	49	10,4	11,6	0,05	14,1

Таблица 3

№ партии	Количество лигнина в % к полимеру	Содержание таннидов в латексе в %	Влажность в % материала	Толщина в *мм*	Удельный вес *г/см³*	Среднее сопротивление разрыву в *кг/мм²*		Удлинение в %		Намокание за 2 часа в %	Набухание за 2 часа в %	Скатываемость в *мм/мин*	Время смешения лигнина с латексом ДВХБ-70
						в сухом виде	в мокром виде	в сухом виде	в мокром виде				
02	7,5	0,6	9,1	2,28	1,01	1,51	0,88	28	52	16,8	15,5	0,84	
102	—	1,93	7,6	2,57	0,97	1,32	0,76	29	55	18,5	15,6	1,27	
132	2,5	1,0	8,5	2,65	0,90	1,37	0,86	36	54	19,8	12,3	1,58	15 *мин*
132	—	1,7	8,1	2,49	0,90	1,28	0,81	38	55	22,3	13,4	2,00	
16	7,5	0,5	8,1	2,49	0,92	1,23	0,82	31	55	16,6	15,0	2,09	
216	—	0,75	7,0	2,28	0,92	1,22	0,73	34	53	19,8	15,8	2,28	
95	7,5	0,6	8,1	2,09	1,01	1,76	1,22	43	67	11,4	8,9	1,19	
295	—	1,8	8,2	2,56	1,05	1,17	0,83	43	66	10,2	9,1	1,17	
28	7,5	0,6	7,8	2,29	0,95	1,58	1,05	42	68	12,7	11,7	1,07	
328	—	0,8	8,1	2,42	0,97	1,23	0,78	35	61	12,3	11,1	1,08	1 *час.* 30 *мин*
66	7,5	0,4	6,4	1,96	0,91	1,29	0,84	37	55	20,8	15,0	1,93	
466	—	1,5	8,8	2,03	0,95	1,19	0,58	33	60	20,3	14,6	1,95	
213	10	—	10,8	2,63	9,90	1,02	0,72	42	56	15,6	11,6	1,72	

Разбавленный латекс ДВХБ-70 смешивался в бассейне в течение 30—40 *мин* с массой кожевенного волокна, после чего следовали операции отлива, прессования и сушки.

Всего в условиях производства было получено 20 опытных партий стелечного полувала, наполненного лигнином.

Однако физико-механические показатели этих партий оказались ниже, чем для образцов, полученных в лабораторных условиях (см. табл. 3).

В связи с этим возникла необходимость постановки новых исследований для выяснений путей улучшения физико-механических показателей искусственного стелечного полувала, наполненного лигнином в условиях производства.

Методика получения полувала была сохранена прежней, и использовался лигнин образца ИК-58-3 (см. табл. 1).

Физико-механические показатели искусственной кожи зависят от композиции кожевенного волокна [4], pH среды и свойств латекса, применяемого для проклейки волокна; поэтому при постановке опытов учитывалась степень влияния этих факторов.

Опыты проводились с латексом ДВХБ-70, наполненным щелочным сульфитным лигнином в количестве 7,5%, считая на полимер.

Критерием качества готового продукта являлся показатель сопротивления искусственного стелечного полувала на разрыв в сухом и мокром состоянии.

Результаты исследований представлены графически на рис. 1, 2, 3.

Рис. 1 показывает, что оптимальная композиция хромового и краснодубного волокна лежит в пределах 70 : 30. Эта композиция и была принята во всех проведенных нами опытах.

Наряду с правильно выбранной композицией при использовании латекса, наполненного активными наполнителями, большое влияние на качество искусственной кожи оказывает распределение наполнителя в латексе. В основном это зависит от характера и времени смешения.

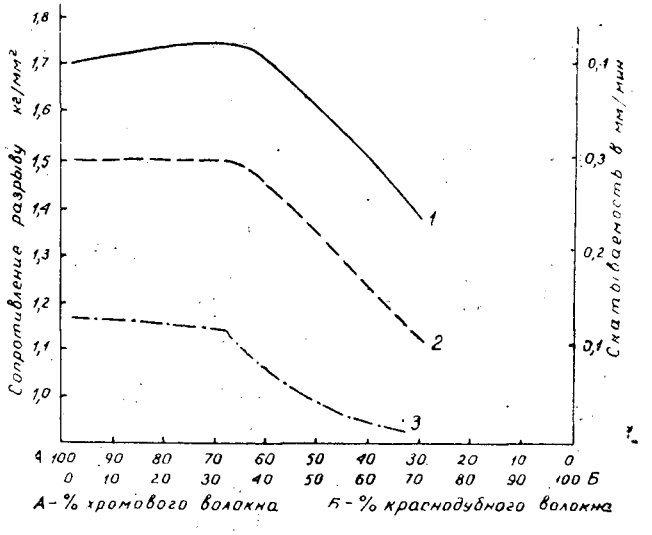


Рис. 1. Влияние композиции кожевенного волокна на физико-механические показатели искусственного стелечного полувала.

1 — сопротивление разрыву в сухом виде; *2* — сопротивление разрыву в мокром виде; *3* — скатываемость.

Опыты по изучению влияния распределения щелочного сульфатного лигнина в латексе на физико-механические показатели искусственного стелечного полувала проводились в мешалке лопастного типа, емкостью 3 *л*, с числом оборотов — 150 *об/мин*. Результаты испытаний представлены на рис. 2.

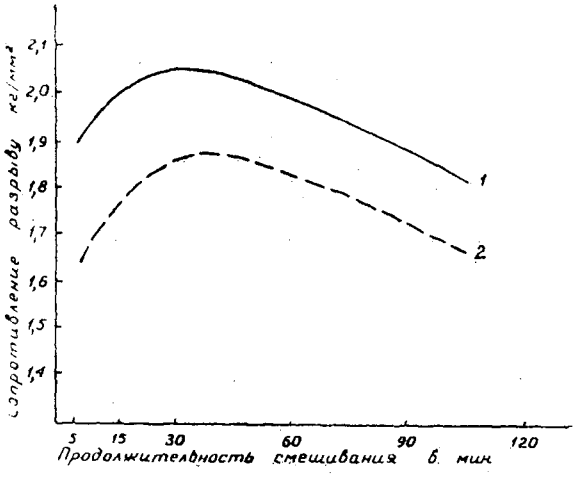


Рис. 2. Влияние продолжительности смешивания латекса ДВХБ-70 с лигнином на сопротивление разрыву искусственного стелечного полувала.

1— сопротивление разрыву в сухом виде; 2— сопротивление разрыву в мокром виде.

Кривые показывают, что оптимальное время смешивания составляет 30—40 *мин*. При увеличении его наблюдается снижение сопротивления образцов полувала разрыву, что свидетельствует об ухудшении проклейки кожевенного волокна вследствие частичного разрушения латекса.

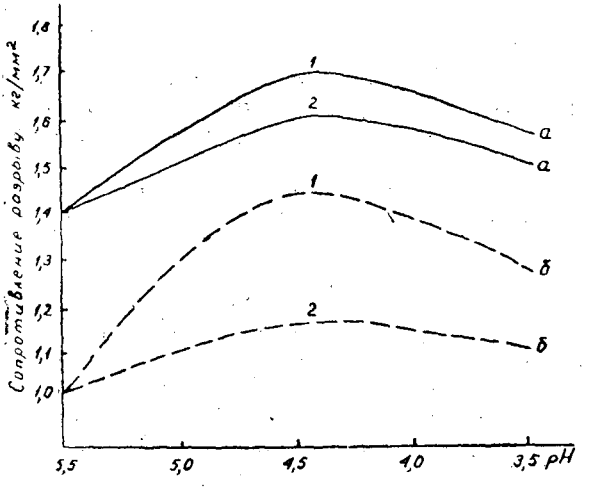


Рис. 3. Влияние pH среды на сопротивление искусственного стелечного полувала.

1— сопротивление разрыву в сухом виде; 2— сопротивление разрыву в мокром виде; *а*— подкисление уксусной кислотой; *б*— подкисление соляной кислотой.

В производственных условиях подготовленная к проклейке латексом масса кожевенного волокна имеет pH около 5,5. Для выяснения влияния pH на физико-механические показатели был проведен отлив искусственного стелечного полувала при различных значениях pH среды, достигавшихся введением в массу кожевенного волокна перед проклейкой ее латексом уксусной и соляной кислот. Как показали опыты (см. рис. 3), оптимальное значение pH среды лежит в пределах 4—4,5.

Характерно, что при подкислении кожевенного волокна уксусной кислотой прочность искусственного стелечного полувала выше, чем при подкислении соляной кислотой. Особенно это сказывается на прочности полувала в мокром состоянии.

Выясненные дополнительные данные о влиянии отдельных факторов на физико-механические показатели искусственного стелечного полувала послужили основанием для повторения опытов в производственных условиях и выпуска новых производственных опытных партий. Применен тот же латекс ДВХБ-70 и тот же образец щелочного сульфатного лигнина. Результаты опытов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Количество лигнина в %, добавляемого к латексу ДВХБ-70	Влажность в %	Толщина в *мм*	Удельный вес	Среднее сопротивление разрыву в *кг/мм²*		Удлинение в %		Намокание за 2 часа в %	Набухание за 2 часа в %	Скатываемость в *кг/мин*	Жесткость в *кг/см²*
				в сухом виде	в мокром виде	в сухом виде	в мокром виде				
Без добавки	5,8	2,77	1,04	1,14	0,62	24	42	10,8	9,0	0,72	7,6
2,5	10,6	3,00	1,06	1,18	0,84	26	40	8,0	8,7	0,57	5,4
5,0	6,7	2,80	1,05	1,34	1,00	28	54	9,1	9,7	0,44	6.7
7,5	5,4	2,65	1,05	1,47	1,20	26	61	8,5	6,4	0,04	5,9
10	6,7	2,74	1,05	1,58	1,35	37	57	6,0	3,7	0,06	6,0
15	8,5	2,66	1,03	1,60	1,41	37	51	6,0	2,0	0,04	5,6
20	6,7	2,66	1,02	1,67	1,54	33	50	6,0	2,0	0,02	5,5
30	5,2	2,37	1,03	1,63	1,40	31	42	7,2	3,0	0,03	6,0

Табл. 4. показывает, что при введении в полувал щелочного сульфатного лигнина увеличивается сопротивление разрыву, снижается намокаемость, набухаемость и скатываемость искусственного стелечного полувала.

Оптимальное количество введенного в полувал щелочного сульфатного лигнина лежит в пределах 20—30%, считая на полимер латекса.

Выводы

1. Разработан метод значительного улучшения физико-механических показателей искусственной кожи типа «стелечный полувал» путем наполнения массы кожевенного волокна активным наполнителем — щелочным сульфатным лигнином — через латекс ДВХБ-70.

2. Определены оптимальные количества вводимого щелочного сульфатного лигнина и условия проведения технологического процесса.

3. Результаты исследований подтверждены в условиях производства на Казанском заводе «Искож»; всего выпущено и поставлено потребителям 30 партий искусственного стелечного полувала, наполненного лигнином.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Известия высших учебных заведений, «Лесной журнал» № 2, 1958. [2]. Б. Д. Богомолов, Э. Г. Лазарянц и др. «Лесной журнал» № 5, 1959. [3]. П. А. Кирпичников, Н. С. Чумаков и Н. И. Щеглова. «Технико-экономический бюллетень Татсовнархоза» № 1, 1959. [4]. И. Н. Кострюкова, И. Д. Лифшиц, М. С. Баркан, В. М. Бернадинер. Сб. трудов Центрального научно-исследовательского института кожзаменителей, 2, 1950. стр. 54. [5]. И. У. Мишустин. «Каучук и резина» № 9, 1940 [6]. И. У. Мишустин, А. П. Писаренко. Советский патент № 64297 28/II-1954. [7]. Н. П. Федоренко. Народнохозяйственное значение синтетических материалов, 1959. [8]. I. Keilin a. A. Pollak Ind. Eng. Chem.39, № 4, 480, 1947. [9]. I. Keilin, W. Dangherty a. W Cook. Ind. Eng. Chem. 44, 163, 1952 [10]. R. Raff, g. Tomlinson. 64, 197, 1948. [11]. F. Tibeham a. N. grace. Ind. Eng. Chem. 46, № 4, 824—828, 1954.

Поступила в редакцию
6 июля 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

О ВОДНОЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВАХ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ

И. П. ЦВЕТАЕВА

Кандидат технических наук

М. К. ЮРЬЕВА

Кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

В последние годы исследователи начинают уделять большое внимание изучению и практическому использованию древесины лиственницы (главным образом даурской и сибирской), запасы которой в лесах СССР очень велики [1]. В связи с этим представляет интерес изучение химического состава этой породы и содержащегося в ней в значительном количестве водорастворимого полисахарида — арабогалактана.

Как известно, содержание арабогалактана (находящегося главным образом в ядровой древесине) составляет в среднем для даурской лиственницы 10—12% [3], [4], для сибирской несколько меньше. Полисахарид этот используется в различных отраслях промышленности благодаря своим клеящим свойствам и способности сбраживаться.

Арабогалактан, встречающийся кроме лиственницы еще и в других хвойных породах, но только в незначительных количествах [9], в настоящее время не вполне изучен и его состав и структура остаются пока неустановленными. Общепринято представление об арабогалактане как о весьма разветвленном остове, составленном из β -галактопиранозных единиц, связанных в положении 1,3′ и 1,6′, к которому присоединены арабиноза и галактоза в виде моно- и дисахаридов [7], [8]. Галактоза и арабиноза находятся в арабогалактане лиственницы в молекулярных соотношениях приблизительно 6 : 1.

Водноэкстрактивные вещества (главную часть которых составляет арабогалактан), полученные из ядра и заболони даурской лиственницы, отличаются по внешнему виду; количество их колеблется в пределах 5—30% — в ядре и 0,6 — 1,4% — в заболони. Это послужило причиной более детального изучения водноэкстрактивных веществ ядра и заболони лиственницы.

Экспериментальная часть

Предварительно обессмоленные опилки древесины лиственницы (размером 0,25—1,0 *мм*) подвергались водной экстракции в аппарате Сокслета в течение 14 *час*. Экстракт после фильтрации упаривался до объема 25 *мл* и выливался в шестикратный объем этилового спирта. По-

лученный продукт отфильтровывался и высушивался до постоянного веса. Для определения его состава применялся метод бумажной хроматографии. Разделение сахаров проводилось при помощи смеси *этилацетат: пиридин: вода* = 5 : 1 : 5 на нисходящей хроматограмме. Проявитель — анилин-фталат. Количественные определения сахаров хроматограммы производились вначале методом потенциометрического эбулиостатического титрования [1], а затем колориметрически на фотоэлектроколориметре ФЭК-М по анилин-фталатному методу [2]. Для хроматограмм применялась быстровпитывающая хроматографическая бумага Ленинградской бумажной фабрики № 2 (выпуска 1956 г.).

Выделенный из древесины продукт подвергался гидролизу 2,5%-ной серной кислотой (6 *час* на кипящей водяной бане, модуль 1 : 50). Капля гидролизата объемом от 0,01 до 0,03 *мл* с содержанием сахаров 200—600 *мг* наносилась на полоску бумаги для хроматографирования.

Приводимые ниже данные являются средними из 3—5 параллельных определений. Точность наших определений составляла в среднем ±5%, уменьшаясь или возрастая в зависимости от количества каждого сахара (в *мг*) в капле.

В табл. 1 приведен состав гидролизатов водноэкстрактивных веществ ядра различных образцов лиственницы как сибирской, так и даурской. (Не имея возможности дать в небольшой статье подробную лесоводственную характеристику образцов, укажем лишь, что образцы были взяты из Мартинского лесничества Якутского лесхоза, из Байкальского лесхоза и из питомника Ленинградской лесотехнической академии).

Таблица 1

№ образцов	Разновидность лиственницы	Часть дерева, взятая для анализа	Возраст, лет	Содержание сахаров в гидролизате		Молярные соотношения галактозы и арабинозы
				галактозы в %	арабинозы в %	
12	Даурская . . .	Ствол	113	85,6	14,4	4,95
80	„ . . .	Корень	48	83,0	17,0	4,07
84	„ . . .	Пень	71	86,9	13,1	5,55
94	„ . . .	Ствол*	64	83,8	16,2	4,32
96	„ . . .	Ствол*	65	84,4	15,6	4,50
20	Сибирская . . .	Комлевая	101	89,0	11,0	6,75
5	„ . . .	„	122	85,3	14,7	4,84
28	„ . . .	„	93	86,9	13,1	5,55
24	„ . . .	„	93	87,2	12,8	5,71

* Образцы 94 и 96 — сухостойные деревья.

Как видим, во всех гидролизатах продуктов, извлеченных водой из ядра исследованных образцов лиственницы, были найдены только два сахара: арабиноза и галактоза.

Мы считаем (на основании данных, полученных в настоящем и в предыдущих исследованиях [3], [5], [6]), что водноэкстрактивные вещества ядра лиственницы как даурской, так и сибирской представляют собой действительно полисахарид арабогалактан, состоящий из галактозы и арабинозы.

Иная картина наблюдается при исследовании водноэкстрактивных веществ заболони лиственницы, а также древесины молодых деревьев, которая не разделяется еще на ядро и заболонь: такое разделение возникает только в 10—12-летнем дереве (см. табл. 2).

Таблица 2

№ образцов	Разновидность лиственницы	Часть дерева, взятая для анализа	Возраст, лет	Содержание сахаров в гидролизате, в %					Молярные соотношения галактозы и арабинозы
				галактозы	глюкозы	маннозы	арабинозы	ксилозы	
12	Даурская	Ствол	113	83,6	Нет	3,5	8,5	4,4	8,3
80	„ . .	Корень	48	56,4	6,1	11,2	18,0	8,3	2,6
84	„ . .	Пень	71	75,8	Нет	2,8	14,2	7,2	4,4
94	„ . .	Ствол*	64	61,2	Нет	Нет	21,0	17,8	2,4
96	„ . .	Ствол*	65	30,7	9,4	33,0	7,2	19,7	3,5
2	Сибирская . .	Ствол	3	42,4	22,3	19,0	10,9	5,3	3,2
4	„ . .	„	5	52,2	4,0	16,3	12,9	14,5	3,4
6	„ . .	„	5	18,8	20,8	10,4	35,4	14.6	0,4

* Образцы 94 и 96 — сухостойные деревья.

Как показывает таблица, в водноэкстрактивных веществах заболони и молодой древесины встречается пять сахаров: галактоза, глюкоза, манноза, арабиноза и ксилоза. При этом количества отдельных сахаров гидролизата колеблются в столь широких пределах, что вряд ли можно говорить о каком-либо постоянстве состава. Молекулярное соотношение галактозы и арабинозы, меняющееся от 0,4 до 8,3, не дает оснований предполагать, что здесь мы встречаемся с арабогалактаном. Скорее можно считать найденные в гидролизатах моносахариды осколками различных полисахаридов, переходящих в небольших количествах в раствор при водной экстракции заболони. Вопрос о том, содержится ли арабогалактан в водноэкстрактивных веществах заболони, требует для своего решения непосредственного выделения полисахарида из водного экстракта, что, однако, связано с очень большими экспериментальными трудностями.

В табл. 3 приведен состав гидролизованных водных экстрактов древесины различных частей шестилетней лиственницы сибирской. Высота деревца 234 *см*, диаметр 2,5 *см*.

Таблица 3

Исследуемая часть дерева	Содержание сахаров в экстракте в %				
	галактозы	глюкозы	маннозы	арабинозы	ксилозы
Верхняя часть ствола	22,8	6,5	27,2	31,5	11,9
Средняя „ „	48,1	11,5	32,5	3,8	3,8
Нижняя „ „	44,4	7,6	26,4	13,9	7,6
Корень	35,7	17,8	10,7	16,1	19,6
Веточки	41,7	12,2	10,1	26,6	9,3
Побеги	50,9	3,8	3,8	17,2	25,5
Средневзвешенное для всего дерева	42,9	9,5	13,2	18,4	14,7

Как показывает табл. 3, водноэкстрактивные вещества различных частей молодой древесины содержат те же, что и заболонь, пять сахаров и не имеют постоянного состава.

Исследования, проведенные студенткой ЛТА Е. Д. Монаховой, показали, что в гидролизатах водноэкстрактивных веществ заболони сосны и ели содержатся вышеназванные пять сахаров. Соотношение галактозы и арабинозы 3,2—6,8.

В водноэкстрактивных веществах заболони кедра после гидролиза были найдены галактоза, маннноза (следы), арабиноза и ксилоза (следы). Соотношение галактозы и арабинозы 2,6—3,5. Таким образом, по-видимому, только для водноэкстрактивных веществ ядра лиственницы характерно наличие двух сахаров — галактозы и арабинозы — входящих в состав арабогалактана.

Выводы

1. Водноэкстрактивные вещества ядра резко отличаются по своему составу от водноэкстрактивных веществ заболони сибирской и даурской лиственницы.

2. Водноэкстрактивные вещества ядра лиственницы являются, очевидно, арабогалактаном, состоящим из галактозы и арабинозы, количество которых подвержено некоторым колебаниям.

3. Водноэкстрактивные вещества заболони лиственницы содержат, по-видимому, полисахариды, построенные из различных сахаров, поскольку в гидролизате этих веществ найдены галактоза, глюкоза, маннноза, арабиноза и ксилоза в различных количествах, оказывающихся не постоянными.

4. Водноэкстрактивные вещества молодой древесины лиственницы, не содержащей ядра, сходны по своему составу с водноэкстрактивными веществами заболони лиственницы.

5. Полученные данные о составе водноэкстрактивных веществ ядра и заболони сибирской и даурской лиственницы необходимо принимать во внимание при промышленной переработке древесины лиственницы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. З. Емельянова, Т. А. Батракова. Журнал аналитической химии, т. XIII, 142, 1958. [2]. Г. Н. Зайцева, Т. П. Афанасьева. Журн. «Биохимия», т. 22, 1035, 1957. [3]. Изучение химического состава древесины даурской лиственницы. Труды Института леса АН СССР, т. XLV, 1958. [4]. И. П. Цветаева. Вопросы пиролиза древесины и экстрактивных веществ хвойных пород. Труды Института лесохозяйственных проблем АН Латвийской ССР, т. XVI, 1958. стр. 211—221. [5]. И. П. Цветаева, М. К. Муковникова, Н. И. Никитин. Журнал прикладной химии, т. XXV, стр. 174, 1952. [6]. И. П. Цветаева, А. В. Меркурьева. [7]. G. O. Aspinall, E. Z. Hirst, E. Ramstadt. J. Chem. Soc. 593, 1958. [8]. H. Bouveng a. B. Lindberg. Acta chem. Scand. 10, 1515, 1956. [9]. R. L. Whistlera, C. L. Smart. Polysaccharide Chemistry 203—207, 1953, New Jork. C. T. Bishop. Canad. Journ. of chem. 35, 1010, 1957. D. J. Brash. L. E. Wise. Tappi, 39, N 8, 581, 1956. R. J. Mc. Ilroy. J. Chem. Soc. 4147. 1957.

Поступила в редакцию
27 июля 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНФРАКРАСНОМ СВЕТЕ *

А. Б. ПОЛЯК

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Анализ химического строения волокнистых материалов состоит в определении содержания различных функциональных групп и их положения в макромолекуле. Применяющиеся для этой цели химические методы исследования не всегда дают вполне достоверные результаты. Это объясняется тем, что большинство реакций протекает в гетерогенной среде и, следовательно, получаемые при химическом анализе результаты зависят от полноты проникновения реагентов в исследуемое вещество [1].

Поэтому при анализе состава и строения целлюлозных волокнистых материалов желательно применять такие методы исследования, которые не вносят изменений в строение волокна. С этой точки зрения интересным является изучение поглощения инфракрасного света целлюлозным волокном.

До настоящего времени применение этого метода к исследованию целлюлозных волокнистых материалов было весьма ограниченным из-за сложности приготовления волокнистых образцов, которые обладали бы малым рассеиванием при прохождении света. С целью уменьшения рассеивания света волокно помещалось в различные органические масла, однако при этом удавалось рассмотреть только отдельные участки спектра, так как в спектре появлялись полосы собственного поглощения масла. Ермоленко и Жбанков [2] для уменьшения рассеивания света волокном прессовали его под большим давлением (10000 *кг/см*^{2}).

В нашей работе с целью дальнейшего уменьшения рассеивания света волокном в качестве иммерсионной среды применялся измельченный KBr.

Для исследования образцы приготовлялись следующим образом. Целлюлозное волокно в сухом виде размалывалось на вибромельнице в течение двух минут. Столь кратковременный размол не вызывает существенных изменений химического состава волокна, в частности — его окисления [3]. Это обстоятельство подтверждается отсутствием у размо-

* Считаю своим долгом поблагодарить И. И. Новак за участие в обсуждении настоящей работы.

лотой целлюлозы поглощения инфракрасного света в области частот, соответствующих поглощению карбоксильными и карбонильными группами.

Полученный порошок волокна тщательно перемешивался в агатовой ступке в течение нескольких минут с порошком KBr до получения смеси однородного состава. Эта смесь помещалась в прессформу, из которой откачивался воздух форвакуумным насосом. Туда подавалось давление 8000—12000 *кг/см*^{2}. Полученные под давлением пластинки рассеивали не больше 3—5% проходящего инфракрасного света.

Поскольку у вышеуказанных образцов можно было точно определить* процентное содержание волокна в порошке KBr, а также измерить толщину пластинки, мы попытались (рассматривая полученную механическую смесь как раствор) применить закон Бера для количественного определения содержания функциональных групп в волокне.

Для этой цели была использована монокарбоксилцеллюлоза с содержанием карбоксильных групп 7,7% (по Са-ацетатному методу). Оптические измерения проводились на приборе ИКС-1 с призмой CaF_2. Исследовалась полоса поглощения 1734 *см*$^{-1}$, соответствующая связи $>C=O$.

Измерение интенсивности проходящего света на однолучевом приборе проводится два раза: без образца и с исследуемым образцом. По закону Бера для растворов имеем

$$I = I_0 e^{-kcd},$$

где I — интенсивность светового пучка после прохождения через исследуемый образец;
I_0 — интенсивность светового пучка без образца;
c — концентрация;
d — толщина;
k — постоянная, характерная для данной полосы поглощения вещества.

В случае применения прессованных пластинок интенсивность света первый раз измеряется после прохождения через пластинку KBr без исследуемого волокна, а во второй раз — через такую же пластинку, но с примесью волокна. Интенсивность света, прошедшего через пластинку KBr, будет равна

$$I_0' = I_0 \alpha,$$

где α — коэффициент, учитывающий рассеивание света в пластинке. Интенсивность света, прошедшего через образец с волокном будет

$$I = I_0 \alpha \beta e^{-kcd}$$

где β — коэффициент, учитывающий рассеивание света на границе волокно — KBr.

Закон Бера в этом случае будет иметь следующий вид:

$$\ln \frac{I_0'}{I} = -\ln \beta + kcd.$$

Если по оси ординат отложить $\dfrac{\ln \frac{I_0'}{I} + \ln \beta}{kd}$, а по оси абсцисс концентрацию C, то получается прямая линия; $\dfrac{\ln \beta}{kd}$ — постоянная, харак-

* Весовым методом.

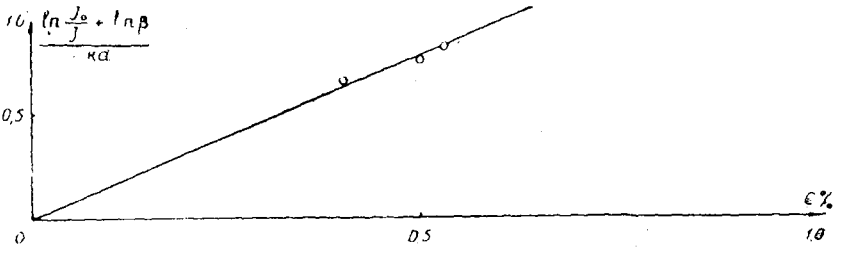


Рис. 1.

теризующая рассеивание света образцом, определяемая в области спектра, не связанной с селективным поглощением функциональными группами.

Полученные данные исследования монокарбоксилцеллюлозы по поглощению света группой $>C=O$ показаны на рис. 1.

Поскольку точки укладываются на прямую линию, можно считать, что образцы достаточно однородны и допускают количественную оценку результатов измерения.

Выводы

1. Для исследования целлюлозных волокнистых материалов в инфракрасном свете предлагается метод прессования целлюлозного порошка с KBr.

2. Подтверждается применимость закона Бера для данного метода.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. И. Шарков, О. А. Добуш. К вопросу о йодном числе целлюлозы. ЖПХ, т. 28, № 9, 994—999, 1955. [2]. Р. Г. Жбанков, И. Н. Ермоленко. Инфракрасные спектры целлюлозных волокнистых материалов в прозрачных пленках, полученных прессованием под высоким давлением. Изв. АН БССР, серия физико-техническая. № 1. 1956. [3]. F. H. Forziaty; W. K. Stone; J. W. Romen; W. D. Appel. J. of Research of the National Bureau of standarts, 45, № 2, 1950.

Поступила в редакцию
21 марта 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ДРЕВЕСИНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО БУКА

Д. М. ВИНОКУРОВ

Кандидат технических наук

Н. И. ХОМЕНКО

Инженер

(Львовский лесотехнический институт)

Литературные данные о химическом составе древесины бука противоречивы; различными авторами отмечены резкие колебания в содержании составных частей ее ([6] и др.). Нами [1] отмечено, что в направлении от шейки корня к вершине и от периферии к центру химический состав древесины европейского бука несколько изменяется. (Аналогичные данные получены Н. И. Никитиным с сотрудниками [4] для дуба, Ф. П. Комаровым и В. А. Яковлевым [3] для древесины ели, осины, сосны). Естественно предположить, что на процесс формирования древесины влияют условия роста, вследствие чего образцы имеют неодинаковый состав.

Настоящая работа является продолжением исследования химического состава древесины европейского бука [1]. Цель работы — сравнить содержание составных частей древесины в отдельных деревьях и в одинаковых частях стволов для деревьев примерно одинакового возраста и однородных почвенных условий.

Экспериментальная часть

Древесина для анализа взята из модельных деревьев пробных площадей Доброгостовского лесничества, Дрогобычского лесхоза УССР.

Деревья № 1 и 2 (второго класса роста и развития) получены из насаждений с полнотой 0,74, расположенных на северовосточном склоне. Деревья № 3 (третьего класса роста) и 4 (второго класса) — из насаждений с полнотой 0,9, растущих на северном склоне. Бонитет Iа. Возраст деревьев: № 1 — 87 лет, № 2 и 4 — 93 года, № 3 — 91 год. Средний диаметр 36—38 *см*, высота 31—32 *м*.

Отбор образцов для анализа из модельных деревьев производился следующим образом: ствол дерева делился по всей длине на три равных части. Из середины каждой части выпиливались чураки длиной 0,5 *м*. Поверхность чураков тщательно очищалась от коры, лубяного и камбиального слоев, после чего от них отпиливались кольца толщиной 5 *см* из комлевой, 4 *см* из средней и 3 *см* из вершинной частей. Эти образцы анализировались как периферийные части ствола. Из центральной части образцов вырезались стержни диаметром соответст-

венно 5,4 и 3 *см* и анализировались как центральная часть. Из середины оставшихся цилиндров (по радиусу) выпиливались кольца толщиной соответственно 5, 4 и 3 *см* (середина). Изготовление опилок, их отбор и методика анализа описаны ранее [1], [2].

Для сравнения все расчеты произведены на сухую неэкстрагированную древесину.

Данные по содержанию различных веществ в древесине модельных деревьев № 1, 2, 3, 4 (в % к сухому весу древесины) приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, содержание целлюлозы в исследованных образцах изменяется в пределах 38,9—43,4%.

На образование лигнина в древесине изменения условий роста влияют более закономерно, чем на образование целлюлозы.

Из таблицы легко видеть, что различие в содержании лигнина между образцами № 1 и 2 с одной стороны, и № 3 и 4 — с другой, увеличивается в комлевых частях с 2,2% в периферийной до 3,6% в центральной части. В средних частях ствола увеличение наблюдается в таком же порядке от 3,7 до 4,3%. Максимальные пределы колебаний в процентном содержании лигнина отмечены для середины средних частей ствола (4,4%). В вершинных частях разница в содержании лигнина, наоборот, уменьшается от 3,8% в периферийных частях до 2,2% в центральных частях.

Некоторая закономерность наблюдается при сравнении стволов по высоте. Между периферийными частями различие количественно увеличивается от основания к серединам и уменьшается вновь в вершинных частях.

Максимальная разница в содержании лигнина в различных частях исследованной древесины составляет 6,3%.

Количество пентозанов, содержащихся в различных частях одного и того же дерева, сильно колеблется в образцах № 3 и 4.

Возможно, что условия роста дерева оказывают значительное влияние на процесс образования пентозанов, но менее закономерно, чем это имело место для образования лигнина. Содержание в древесине веществ, растворимых в горячей воде, зависит, помимо других факторов, и от времени рубки. Однако и в этом случае имеется различие между образцами № 1 и 2 с одной стороны, и № 3 и 4 — с другой.

Разница между средними данными указанных образцов составляет для периферии комлевой части 1,7%, середины — 0,8% и центра — 1,1%. При общем максимальном количестве растворимых в воде веществ в 2,8% это различие является существенным. В середине ствола разница, соответственно, равна 1,9; 1,4 и 0,6%, а в вершинных частях — 0,6; 0,8 и 0,35%. Обращает внимание тот факт, что по содержанию лигнина, пентозанов и водорастворимых наибольшие отклонения отмечены между серединами стволов.

Максимальное количество веществ, экстрагируемых спиртобензольной смесью, находится в середине комлей.

Процентное содержание минеральных веществ различно как в отдельных частях одного дерева, так и в древесине разных деревьев и колеблется в пределах от 0,1 до 1,5%. При этом отмечено отсутствие определенной закономерности в пространственном распределении минеральных веществ.

Чрезвычайно интересно, что в образце № 4 отмечено резкое колебание содержания метоксилов в различных частях дерева, не соответствующее изменению количества лигнина. Параллельные проверки подтвердили наличие этих отклонений.

Таблица 1

Химические компоненты древесины	Части дерева								
	комлевая			средняя			вершина		
	периферия	середина	центр	периферия	середина	центр	периферия	середина	центр
Целлюлоза									
Образец № 1 . . .	40,02	41,25	40,52	42,35	43,40	42,01	41,42	41,80	40,78
„ № 2 . . .	38,90	39,70	40,42	40,41	41,95	42,30	40,54	39,70	41,59
„ № 3 . . .	42,10	41,08	41,46	41,71	41,64	41,57	41,98	41,72	41,08
„ № 4 . . .	41,32	41,39	39,10	41,21	41,46	40,78	41,32	41,57	39,70
Лигнин									
Образец № 1 . . .	22,60	22,15	22,45	22,08	20,97	20,88	21,95	22,80	22,64
„ № 2 . . .	23,04	22,85	22,21	21,22	20,57	20,03	20,74	21,48	22,76
Среднее	22,82	22,50	22,33	21,65	20,77	20,55	21,34	22,14	22,70
Образец № 3 . . .	24,02	25,05	25,84	24,37	24,28	24,60	25,10	24,78	25,36
„ № 4 . . .	25,95	26,02	26,04	26,33	26,02	25,00	25,15	25,93	24,37
Среднее	24,99	25,33	25,94	25,35	25,15	24,80	25,12	25,35	24,86
Пентозаны									
Образец № 1 . . .	23,45	23,38	22,64	21,82	21,58	21,56	22,92	22,36	22,18
„ № 2 . . .	23,00	22,44	22,08	21,62	21,25	21,25	21,80	22,46	22,19
„ № 3 . . .	21,43	22,35	21,27	23,22	24,43	21,97	21,59	23,15	21,94
„ № 4 . . .	19,62	24,19	26,66	22,00	18,25	25,30	24,41	20,42	22,57
Растворимые в горячей воде									
Образец № 1 . . .	2,57	1,33	1,69	2,73	1,85	1,06	1,33	0,97	1,07
„ № 2 . . .	2,57	1,67	1,79	2,81	1,97	1,13	1,37	1,95	1,13
Среднее	2,57	1,50	1,74	2,77	1,91	1,10	1,35	1,46	1,10
Образец № 3 . . .	1,09	1,47	0,94	1,18	1,00	0,76	1,16	1,20	0,80
„ № 4 . . .	0,66	0,10	0,37	0,53	0,10	0,24	0,32	0,10	0,69
Среднее	0,87	0,78	0,65	0,85	0,55	0,50	0,74	0,65	0,75

Продолжение табл. № 1

Химические компоненты древесины	Части дерева								
	комлевая			средняя			вершинная		
	периферия	середина	центр	периферия	середина	центр	периферия	середина	центр
В органических растворителях									
Образец № 1 . . .	2,37	2,57	2,40	2,10	2,28	2,11	1,85	1,90	1,81
„ № 2 . . .	1,76	2,10	1,98	1,81	1,93	1,70	1,67	1,83	1,49
Среднее	2,07	2,34	2,19	1,95	2,10	1,90	1,76	1,86	1,65
Образец № 3 . . .	1,12	1,27	1,00	1,07	1,25	1,00	1,10	1,23	0,99
„ № 4 . . .	0,78	0,87	0,90	0,75	0,88	1,14	0,78	0,85	1,13
Среднее	0,95	1,07	0,95	0,91	1,07	1,07	0,94	1,04	1,06
Минеральные вещества									
Образец № 1 . . .	0,13	0,69	1,50	0,71	0,17	0,80	0,65	0,17	1,04
„ № 2 . . .	0,68	0,56	0,32	0,46	0,22	0,12	0,72	0,70	0,58
„ № 3 . . .	0,50	0,28	0,34	0,32	0,31	0,28	0,50	0,24	0,30
„ № 4 . . .	0,35	0,53	0,35	0,40	0,68	0,39	0,40	0,62	0,44
Метоксилы									
Образец № 1 . . .	6,19	6,60	6,56	6,28	6,35	6,25	6,25	5,84	6,52
„ № 2 . . .	6,26	6,99	3,97	6,41	5,08	4,94	4,94	4,74	6,35

Выводы

Сравнение химического состава древесины деревьев европейского бука, примерно одного возраста из насаждений одинакового бонитета, но произрастающих на различных склонах и имеющих разные полноты, показало, что содержание составляющих веществ в древесине бука, произрастающего в разных условиях, неодинаково; имеется некоторое различие между содержанием целлюлозы у отдельных деревьев и в разных частях стволов, не выявляющее определенной закономерности; колебания в содержании лигнина возрастают для комлевых и средних частей стволов от периферии к ложному ядру, а для вершинных частей уменьшаются от центра к периферии.

Обнаружено различие количества пентозанов в древесине разных деревьев и частях ствола одного и того же дерева.

Для количества веществ, экстрагируемых водой и ограническими растворителями, наибольшее различие отмечается между древесиной комлевых и средних частей стволов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. М. Винокуров. Научные труды Львовского лесотехнического института, 2, 1956, 163. [2]. Д. М. Винокуров, Н. И. Хоменко. Научные доклады высшей школы, «Лесоинженерное дело» № 4, 1958, 198. [3]. Ф. П. Комаров, В. А. Яковлев. «Бумажная промышленность» № 3, 1932, 13. [4]. Н. И. Никитин, Т. И. Руднева, А. Ф. Зайцева, М. М. Чочиева. ЖПХ, 22, 1949, 67. [5]. В. И. Шарков, О. А. Дмитриева, Н. Л. Потапова. Научные доклады высшей школы, «Лесоинженерное дело» № 4, 1958, 202. [6]. К. Шторх, О. Мюллер. Cellulosechemie, 19, 24, 1941.

Поступила в редакцию
3 марта 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

СУКЦЕССИИ ВРЕДНОЙ ЭНТОМОФАУНЫ В ЛИСТВЕННЫХ И ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ УКРАИНЫ

В. И. ГРИМАЛЬСКИЙ

Кандидат биологических наук

В. А. ЛОЗИНСКИЙ

Кандидат биологических наук

(Украинская академия сельскохозяйственных наук)

Вопросы сукцессии (последовательной смены видов растений или животных) освещены в трудах многих отечественных и зарубежных ученых [1], [2], [3], [4], [5], [6] и др.

При изучении экологии чешуекрылых листогрызущих вредителей дуба на Украине мы также наблюдали смену непарного шелкопряда (*Osneria dispar* L.) и кольчатого шелкопряда (*Malocosoma neustria* L.) в их очагах дубовой зеленой листоверткой (*Tortrix viridana* L.).

Так, в 74 и 75 кварталах Ирпенского лесхоза Киевской области, где в 1954 и 1955 гг. возникли интенсивные очаги кольчатого шелкопряда, в 1957 г. образовался очаг дубовой зеленой листовертки, а очаг кольчатого шелкопряда затух.

В урочище «Нижний лес» Иванковского лесничества и в 32 квартале Троицкого лесничества Одесского лесхоза с 1953 по 1957 г. были зарегистрированы очаги непарного шелкопряда, который в 1958 г. сменился дубовой листоверткой.

В Михайловском лесничестве Бахчисарайского лесхоза с 1948 по 1954 г. существовали очаги непарного шелкопряда, а с 1958 г. после гибели его тут же возникли очаги дубовой зеленой листовертки.

То же самое наблюдалось и в Мекензиевском лесничестве Балаклавского лесхоза.

В сосновых лесах Левобережного Полесья Украины (Шосткинского лесхоза Сумской обл. и Мринское лесничество Нежинского лесхоза Черниговской обл.) в 1957 г. отмечена смена соснового шелкопряда (*Dendrolimus pini* L.) сосновыми и обыкновенным рыжим пилильщиками (*Diprion pini* L. и *Neodiprion sertifer Geoffr*).

В Германской Демократической республике сосновые пилильщики (а также и сосновый походный шелкопряд) являются спутниками соснового шелкопряда. Это объясняется тем, что пилильщики находят благоприятные условия в уже объеденных и (вследствие потери части хвои) более освещенных насаждениях.

Действительно, наши наблюдения показали, что пилильщики, сменяющие соснового шелкопряда, встречаются в большом количестве лишь на опушках и в сильно изреженных местах насаждений.

Пока мы не имеем достаточно оснований усматривать в этих явлениях какую-то вполне законченную и обоснованную закономерность. Однако сообщенные нами факты свидетельствуют об определенной тенденции изменений в биоценозах и заслуживают внимания. Кроме того, очевидно, упомянутые данные могут быть полезны для целей прогнозов появления тех или иных вредителей леса.

Над раскрытием причин явлений сукцессии в лиственных и хвойных насаждениях Украины мы специально не работали и можем лишь высказать по этому вопросу некоторые предположения.

Наиболее вероятным следует признать то, что под влиянием многократного объедания хвои и листвы шелкопрядом деревья ослабевают, вследствие чего изменяется химизм их вегетативных органов в сторону, благоприятную для питания дубовой листовертки и сосновых пилильщиков.

С другой стороны, листовертка по ряду показателей является более устойчивым вредителем, чем непарный шелкопряд, златогрузка и кольчатый шелкопряд, поэтому

в ряде очагов шелкопряды исчезают, а листовертка именно в этих стациях находит более или менее благоприятные условия существования.

Сосновые пилильщики, наоборот, мало устойчивы при наличии холодной и сырой погоды. Поэтому вспышки массового размножения их в этих условиях быстро затухают — большей частью уже на второй год после их возникновения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. Н. Кашкаров. Основы экологии животных. Учпедгиз, М., 1954. [2]. Р. В. Наумов. О листогрызущем комплексе вредителей лесов Ульяновской области. Ученые записки Ульяновского Государственного педагогического института, Ульяновск, 1958. [3]. Энтомология. Под общей редакцией проф. В. П. Поспелова, ОГИЗ — Лен-сельхозгиз, М.-Л., 1935. [4]. E. Jahn und A. Sinreich. Beobachtungen zum Auftreten des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoes* L.) und des grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) in Niederöstrreich und im Burgenland in den Jaren 1952 bis 1956. Anzeiger für Schädlingskunde vereinigt mit Schädlingsbekämpfenig Berlin, Heft 9, 1957. [5]. V. Shelford. Ecological succession IV Vegetation and the control of land animal communities. Biol. Bull., v. 23, № 2. 1912. [6]. E. Templin. Zur Gradation des Grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.). Forst und Jagd № 8, 1957.

Поступила в редакцию
11 февраля 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ САНИТАРНЫХ РУБОК, ПРОВОДИМЫХ В ЦЕЛЯХ БОРЬБЫ С КОРНЕВОЙ ГУБКОЙ

С. *Ф. НЕГРУЦКИЙ*

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Луганский сельскохозяйственный институт)

В хвойных лесах Европейской части СССР и Урала наиболее распространенным и хозяйственно опасным грибом является корневая губка (*Fomitopsis annosa* (Fr.) Bond. et Sing [*Fomes annosus* (*Fr.*) Cke]). Изыскание доступных и эффективных мер борьбы с ней является одной из первоочередных проблем лесозащиты.

В настоящее время в производственных условиях для борьбы с грибом наиболее широко используют санитарные рубки, при которых, по наставлению, составленному А. М. Анкудиновым, выбираются деревья сухостойные, заведомо усыхающие и ослабленные с частично пожелтевшей кроной или бледной укороченной хвоей.

Проведенные нами раскопки корневых систем сосен показывают, что деревья с первыми внешними признаками ослабления имеют уже до 40% пораженных грибом корней. Заболевание сосен, у которых 10—30% корней поражено корневой губкой, по внешним признакам определить не предоставляется возможным. Однако оставление на корню таких, внешне здоровых деревьев в значительной степени снижает эффективность проводимых лесозащитных мероприятий.

В связи с этим важное значение приобретает вопрос об интенсивности санитарных рубок в пораженных корневой губкой насаждениях.

Насколько нам известно, специальные исследования в этом направлении пока не проводились. Отсутствие же установленных опытным путем ориентировочных придержек вынуждает работников лесхозов определять интенсивность выборки деревьев «на глаз», что неизбежно связано с серьезными просчетами. В результате происходит прогрессирующее распространение болезни и усыхание все большего числа деревьев, все сильнее затрудняется проведение мер борьбы с корневой губкой.

Учитывая это, нами, по предложению доц. И. Я. Шемякина и по специальному разрешению б. Министерства лесного хозяйства РСФСР, были осуществлены в сосновых насаждениях Хреновского бора (Воронежской обл.), пораженных корневой губкой, опытные санитарные рубки. С этой целью в чистых культурах сосны 25-летнего возраста, посаженных лесничим Н. С. Кравцовым в условиях свежей субори, было заложено в 1952 г. 9 пробных площадей размером 1 *га* каждая. Пробные площади закладывались: а) в насаждениях, в которых проводились регулярные рубки ухода; б) в насаждениях, изреженных в результате сильного усыхания деревьев и образования многочисленных «окон»; в) в густых насаждениях, пораженных грибом в сильной степени, но еще не расстроенных усыханием.

На пробных площадях клеймились в рубку все сухостойные и заметно ослабленные деревья, а также в том или ином количестве — сосны, произрастающие вокруг очагов гриба, но не имеющие еще внешних признаков поражения корневой губкой. В высокополнотных насаждениях в рубку назначались также и деревья, произрастающие вне очагов гриба. Интенсивность выборки устанавливалась, исходя из полноты культур и степени их пораженности и колебалась в пределах от 12,5 до 34,2% запаса насаждений на пробе. Выборка деревьев была произведена в декабре 1952 г. После этого на протяжении 5 лет проводились обследования пробных площадей с целью выявления и учета вновь появившегося сухостоя *. Таким образом, предполагалось установить эффектив-

* Вновь появившиеся на пробах сухостойные деревья были вырублены в 1955 г.

Таблица 1

Динамика усыхания деревьев сосны в зависимости от интенсивности санитарных рубок в очагах корневой губки

№ пробной площади	Состояние проб до изреживания				Вырублено деревьев в 1952 г.				Состояние проб после изреживания		Усохло деревьев											
			число стволов в 1952 г.								1953 г.		1954 г.		1955 г.		1956 г.		1957 г.		всего за 5 лет	
	полнота	запас в м³	всего	в том числе сухостой	сухостой в %	по числу шт.	по полноте	до запасу %	выборка запаса в %	полнота	запас м³	число стволов, шт	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	0,79	135,1	2324	114	4,9	458	0,15	25,6	18,9	0,64	109,5	1866	5	0,3	8	0,4	5	0,3	8	0,4	8	0,4	34	1,8
2	0,82	140,2	2476	125	5,0	350	0,11	18,8	13,1	0,71	121,4	2126	11	0,5	15	0,7	11	0,5	8	0,4	11	0,5	56	2,6
3	0,80	136,8	2358	130	5,5	311	0,10	17,1	12,5	0,70	119,7	2047	8	0,4	14	0,7	8	0,4	6	0,3	10	0,5	46	2,3
4	0,86	147,1	2812	405	14,4	1039	0,30	51,3	34,2	0,56	95,8	1773	16	0,9	21	1,2	21	1,2	23	1,3	27	1,5	108	6,1
5	0,86	147,1	2810	338	12,0	848	0,24	41,0	27,9	0,62	106,1	1960	20	1,0	23	1,2	25	1,3	29	1,5	33	1,6	130	6,6
6	0,87	148,8	2799	280	10,0	469	0,14	23,9	16,1	0,73	124,9	2330	49	2,1	54	2,3	61	2,6	73	3,2	101	4,3	332	14,5
7	0,90	153,9	2920	291	10,0	580	0,17	29,1	18,9	0,73	124,9	2340	40	1,7	47	2,0	40	1,7	40	1,7	42	1,8	209	8,9
8	1,01	172,7	3185	356	11,2	504	0,15	25,6	14,8	0,86	147,1	2681	54	2,0	59	2,2	69	2,6	91	3,4	121	4,5	402	15,0
9	1,10	196,6	3608	498	13,8	1207	0,37	71,7	32,2	0,73	124,9	2401	14	0,6	22	0,9	22	0,9	24	1,0	29	1,2	111	4,6

ность проведенных санитарных рубок и найти наиболее целесообразный размер выборки в пораженных корневой губкой насаждениях.

В древостоях, где закладывались пробные площади, последние рубки ухода, во время которых были выбраны все усохшие деревья, проводились в 1950 г. Однако сосны, пораженные корневой губкой, но еще растущие, рубками не затрагивались и продолжали оставаться на корню, что создавало благоприятные предпосылки для быстрого расширения ареала заболевания. Поэтому спустя два года на пробных площадях вновь появился сухостой.

В табл. 1 представлены данные об интенсивности проведенных на пробных площадях санитарных рубок и их влиянии на последующее появление сухостоя.

В насаждениях, в слабой степени пораженных корневой губкой (пробы № 1, 2, 3), количество вновь появившегося за пятилетний период сухостоя невелико: в течение года усыхало в среднем 0,4—0,5% деревьев. Учитывая, что до проведения санитарных рубок ежегодно усыхало от поражения корневой губкой 2,5—2,7% сосен, можно констатировать, что санитарными рубками темп развития заболевания снижен в 5—6 раз. Принимая во внимание незначительные колебания в количестве вновь отмерших деревьев (0,8%), при весьма существенном различии в интенсивности рубок (до 6,4% по запасу), следует признать, что в указанных насаждениях наиболее целесообразной является санитарная рубка со снижением запаса на 10—15%.

В насаждениях, уже расстроенных грибом (пробы № 4, 5, 6), количество ежегодно появляющегося сухостоя увеличивается при ясно выраженной тенденции к усилению процесса усыхания в последние годы. Сравнивая полученные цифры с количеством деревьев, усыхавших до проведения санитарных рубок (5,0—7,7%), можно видеть, что изреживание насаждений привело к уменьшению числа вновь появляющегося сухостоя. Наименьшее количество усохших деревьев было на пробной площади № 4, подвергшейся наиболее интенсивной санитарной рубке. На пробе № 6, где рубки проводились в меньшем объеме, за этот период усохло значительное число деревьев.

Снижение запаса в ходе санитарных рубок в указанных выше насаждениях на 16,1% (проба № 6) недостаточно, так как не обеспечивает полной выборки пораженных корневой губкой деревьев и даже способствует дальнейшему прогрессирующему развитию и распространению заболевания.

Принимая во внимание, что при вырубке 34,2 и 27,9% по запасу темп усыхания деревьев снижается почти в одинаковой степени, интенсивность рубки можно принять в пределах 25—30% от запаса древостоев.

В насаждениях высоких полнот (пробы № 7, 8, 9,) количество усохших в течение одного года деревьев составило 0,9—3,0% против 5,0—6,9% ежегодно усыхающих до

проведения санитарных рубок. Темп распространения гриба стал значительно ниже, хотя в различных насаждениях имели место весьма резкие колебания.

В древостоях с высокой полнотой санитарные рубки с выборкой 14,8% от запаса являются заниженными, так как они не позволяют выбрать все ослабленные грибом деревья и ликвидировать загущенность культур, оказывающую отрицательное воздействие на общее состояние насаждений и способствующую более быстрому развитию очагов корневой губки.

Рубки с выборкой 18,9 и 32,2% по запасу привели к значительному уменьшению вновь появляющегося сухостоя при одновременной ликвидации излишней густоты насаждений, поэтому в насаждениях высоких полнот, пораженных корневой губкой, наиболее целесообразным следует признать санитарные рубки со снижением запаса на 20—30%.

Санитарные рубки следует рассматривать как составную часть комплекса мероприятий по борьбе с корневой губкой, а поэтому их нужно осуществлять в сочетании с другими специальными лесокультурными, лесохозяйственными и лесозащитными приемами, направленными на оздоровление пораженных насаждений и на предупреждение появления очагов этого гриба.

Поступила в редакцию
11 мая 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДУБРАВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В июле 1959 г. в Воронежской области проходила научно-производственная конференция, посвященная восстановлению дубрав центральной лесостепи, организованная Воронежским лесотехническим институтом и Управлением лесного хозяйства Воронежского облсельхозуправления. Конференция начала свою работу при ВЛТИ (2 дня), продолжалась в Теллермановском лесу (3 дня) и закончилась в Савальском лесхозе (1 день).

В работе конференции приняло участие 175 человек, в том числе научные работники ВЛТИ, Института Леса АН СССР, Днепропетровского университета, ВНИИЛМА, Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства, Ленинградской лесотехнической Академии, лесных опытных станций (Башкирской, Татарской и Шиповской), заповедников (Воронежского и Новохоперского), лесоводы-производственники (из Липецкой, Рязанской, Московской, Куйбышевской, Саратовской, Ростовской, Ульяновской, Пензенской, Сталинградской, Астраханской областей, Краснодарского края, Татарской, Чувашской и Мордовской АССР), а также представители Главных Управлений лесного хозяйства Министерства сельского хозяйства СССР и РСФСР, Всесоюзных объединений «Леспроект» и «Агролеспроект» и др.

На совещании были заслушаны и обсуждены следующие доклады:

1. Прошлое и настоящее дубрав Центральной лесостепи и задачи хозяйства в них (докл. проф., доктор сельскохозяйственных наук И. М. Науменко).

Рис. 1. Участники конференции в учебно-опытном лесхозе ВЛТИ на плантации с прививками дуба.

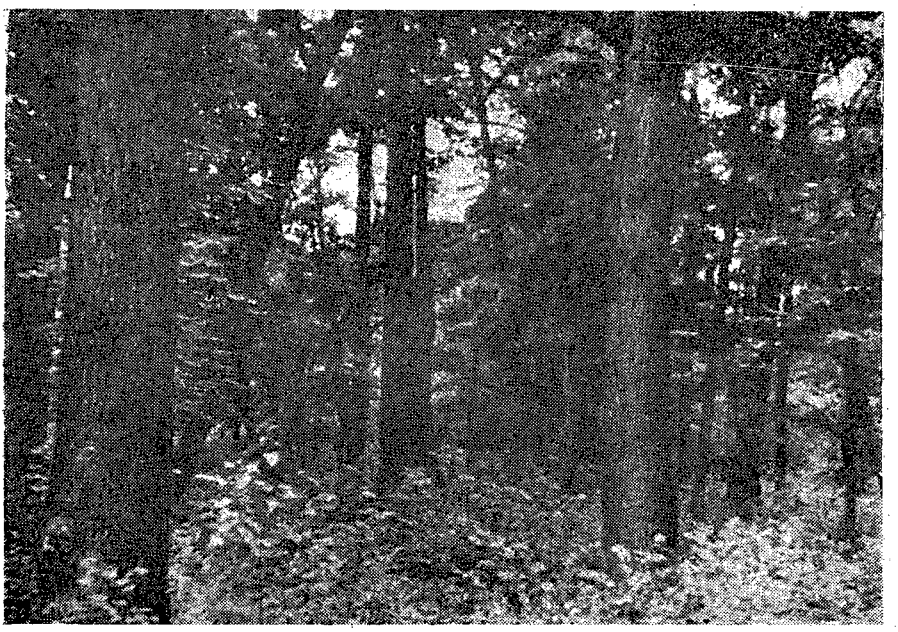


Рис. 2. Двухсотлетняя Теллермановская дубрава.

2. Семеноводство дуба и пути его улучшения на основе селекции. (Докл. доц., канд. сельскохозяйственных наук М. М. Вересин.)

3. Естественное возобновление и его использование в восстановлении дубрав. (Докл. проф. О. Г. Каппер.)

4. Культуры дуба в дубравах Центральной лесостепи. (Докл. доц., канд. сельскохозяйственных наук Е. И. Енькова).

5. Использование быстрорастущих ценных технических пород при культурах в дубравах. (Докл. канд. сельскохозяйственных наук Р. И. Дерюжкин).

6. Рубки ухода в дубравах. (Докл. доц., канд. сельскохозяйственных наук М. С. Чернобровцев).

7. Санитарное состояние дубрав и лесозащитные мероприятия. (Докл. проф., доктор сельскохозяйственных наук П. А. Положенцев).

8. Водоохранная и гидрологическая роль дубрав. (Докл. проф., доктор сельскохозяйственных наук А. А. Молчанов).

9. Опыт реконструкции малоценных насаждений в Теллермановском лесхозе. (Докл. ст. лесничий Д. И. Антюфеев).

10. Опыт создания семенных участков дуба в Теллермановском лесу. (Докл. канд. сельскохозяйственных наук, ст. научный сотрудник Ф. И. Волков).

11. Опыт культур дуба в Шиповом лесу. (Докл. директор Шиповской ЛОС П. Н. Алентьев).

12. Сохранность насаждений — заказников и заповедных деревьев дуба — как памятников природы и лесокультурного дела. (Докл. доц., канд. сельскохозяйственных наук И. Я. Шемякин).

13. Дубовые леса и вековые циклы природных условий. (Докл. ст. научный сотрудник Воронежского государственного заповедника М. П. Скрябин).

Большую часть времени участники конференции уделили непосредственному ознакомлению с ведением хозяйства в дубравах (Теллермановский, Савальский лесхозы) и с результатами научно-исследовательских работ ВЛТИ (учебно-опытный лесхоз) и Института леса АН СССР (Теллермановское опытное лесничество) по вопросам селекции дуба, производства культур, реконструкции насаждений, способов ухода и т. д. Значительный интерес участники конференции проявили к работам Института леса Академии наук по изучению гидрологической роли леса.

В лесной лаборатории, на конкретных живых объектах, представилась возможность вести творческие дискуссии о различных сторонах лесного производства, о достижениях и слабостях лесоводственной науки, о направлении и характере опытных работ.

Участники конференции с удовлетворением отметили, что в классической островной дубраве Теллермановская роща на смену одряхлевшему старому

лесу идет прекрасный семенной лес. Культуры, рубки ухода (особенно систематически проводимые осветления) и мероприятия по реконструкции малоценных насаждений обеспечили преобладание здесь семенного дуба как в молодняках, так и в средневозрастных насаждениях.

Большой интерес представила экскурсия по Савальскому лесу, где на площади 5 тыс. *га* были осмотрены посадки дуба, сосны, березы, черной ольхи в различных вариантах смешения и размещения; возраст культур на некоторых участках достигал сотни лет.

Много поучительного вынесли участники конференции, оценив по достоинству самоотверженный труд лесоводов Г. А. Корнаковского, С. Н. Краснопольского, Е. И. Стритовича и др., отдавших всю свою жизнь служению лесу.

В принятом развернутом постановлении участники конференции, горячо одобрив инициативу Воронежского лесотехнического института и Воронежского Управления лесного хозяйства, сделали ряд рекомендаций по вопросам улучшения ведения хозяйства в дубравах центральной лесостепи.

И. М. Науменко

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

ИССЛЕДОВАНИЕ П. В. ОТОЦКОГО НА ТЕРРИТОРИИ ЛАНД ВО ФРАНЦИИ

Г. Ф. БАСОВ

Профессор, доктор

(Воронежский лесотехнический институт)

В 1956 г. в Париже состоялся VI международный конгресс почвоведов. Участник этого конгресса, проф. Н. П. Ремизов посетил тогда территорию Ланд, после чего опубликовал интересную статью «Лесное хозяйство в Ландах Гасконии»*. В ней он описывает историю и современное состояние лесного хозяйства этой территории и, в частности, указывает, что слабый дренаж был причиной развития процессов заболачивания. «Территория в прошлом была покрыта лесом, в средние века леса Ланд были вырублены». Это привело к развеванию песков и перекрытию устья рек, а затем к заболачиванию.

В связи с этим мне хотелось бы познакомить читателей с малоизвестными, почти забытыми ныне исследованиями, проведенными на территории Ланд в 1902 г. известным русским гидрогеологом П. В. Отоцким**.

Ланды Отоцкий изучал, чтобы выяснить, как их облесение повлияло на осушение болот.

Обычно считают, что осушение Ланд после посадок в первой половине XIX в. приморской сосны могло произойти за счет усиленной транспирации деревьев и корневого дренажа почвы — спуском воды в более глубокие слои.

Французские исследователи полагали, что до облесения вода держалась на ортштейне, который позже был «продырявлен корневой системой приморской сосны и дуба», что и создало условия для спуска воды в подстилающие ортштейн третичные пески.

Отоцкий по этому поводу писал: «После тщательного изучения грунта под лесами, произведенного преимущественно русскими исследователями, гипотеза корневого дренажа теряет всякую почву», так как в грунте на некоторой глубине расположен слой ортштейна.

Для выяснения результатов осушения болот посадками сосны, Отоцкий провел на территории Ланд гидрогеологические исследования. Площадь Гасконских Ланд (за исключением прибрежной полосы) он разделил на три группы (Ланды Большие, Малые и Бордосские), образующие гигантский треугольник Бордо — Дакс — Нерак (рис. 1). Исследования проводились в двух пунктах:

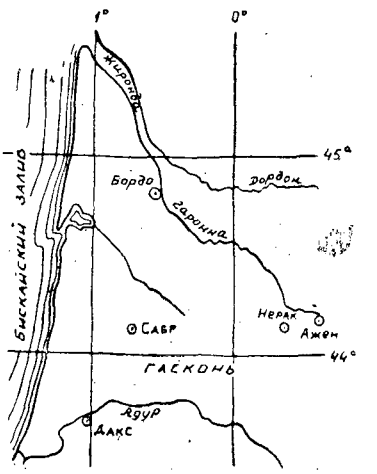


Рис. 1.

* Н. П. Ремизов. Лесное хозяйство в Ландах Гасконии. «Лесное хозяйство» № 12, 1957.

** П. В. Отоцкий. Грунтовые воды. 1905.

в «Бордосских Ландах — в окрестностях города Бордо, в «сердце Больших Ланд — около Сабра». На опытных участках закладывались ряды буровых скважин, в которых проводились наблюдения за уровнем грунтовых вод.

Почвенно-геологические условия Отоцкий характеризует следующим образом: «На поверхности... залегает типичный песчанистый подзол мощностью в среднем около 50 *см*, покоящийся... на слое ортштейна»; мощность ортштейна колеблется от 0,3—0,5 *м*.

Под ортштейном залегает толща «серых буроватых, иногда темно-бурых песков, переславающихся... с подчиненными им глинистыми прослойками. Мощность этих песков, относимых к плиоцену..., чрезвычайно велика...»

«Грунтовые воды... обильны и неглубоки; здесь отмечаются два горизонта: верхний залегает на ортштейне, часто поднимающийся до поверхности и ведущий к заболачиванию, второй горизонт залегает в подортштейновых песках и содержит хорошую воду...» Отоцкий высказывает сомнение в самостоятельности второго горизонта.

В заключении Отоцкий писал: «Наши наблюдения дают неоспоримое право заключить, что Гасконские Ланды обязаны своим осушением преимущественно, если не исключительно, транспирационной деятельности деревьев, а не корневому дренажу».

Таким образом, в результате своих исследований в Ландах Отоцкий пришел к выводу (как и ранее для России), что лесная растительность снижает уровень грунтовых вод.

С современной точки зрения вывод Отоцкого об отрицательной роли леса в балансе является односторонним.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

АКАДЕМИК В. Н. ОБРАЗЦОВ О СУХОПУТНОМ ТРАНСПОРТЕ ЛЕСА

М. М. КОРУНОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

В 1949 г. на 76-ом году жизни скончался академик, дважды лауреат Сталинской премии, депутат Верховного Совета СССР, Владимир Николаевич Образцов. За год до своей смерти он писал: «Более 50 лет автор ведет практическую и теоретическую работу в области транспорта».

Огромный вклад в успешное развитие советского транспорта внес В. Н. Образцов своими работами по станциям, узлам, планировке городского транспорта, промышленному транспорту. Он является автором нового единого технологического процесса на транспорте и новой, прогрессивной комплексной теории транспорта. Решая важнейшие вопросы развития транспорта, В. Н. Образцов немалое внимание в своих трудах уделял отдельным видам промышленного транспорта, в том числе и сухопутному транспорту леса.

В 1906—1908 гг. В. Н. Образцов руководил постройкой и пуском в эксплуатацию Глушицкой узкоколейной лесовозной дороги. О строительстве этой дороги им опубликована обстоятельная статья с иллюстрациями, представляющая большой интерес [3].

В первые годы после Октябрьской революции, работая на Александровской железной дороге, В. Н. Образцов предложил заняться организацией самостоятельных заготовок топлива; с этой целью была построена так называемая Дуровская узкоколейная железнодорожная ветка, предназначенная для вывозки дров и торфа. Принятые по его инициативе меры положительно разрешили вопрос об обеспечении топливом дороги, по которой движение поездов происходило бесперебойно. Возможно, что первая и последующие работы В. Н. Образцова, связанные с лесозаготовками, предопределили то, что он до конца своей жизни не только внимательно следил за развитием сухопутного транспорта леса как рельсового, так и безрельсового, но и непосредственно занимался разработкой ряда технико-экономических вопросов, связанных с этим развитием. Большое значение В. Н. Образцов придавал устройству переносных лесовозных ужд говоря, что «Пути эти должны быть легкими, устраиваться наспех, а потому и скорость и размеры движения по ним значительно уменьшены. Но при означенных выше условиях они являются наиболее выгодными, как в устройстве, так и в эксплуатации» [4].

Транспортное освоение лесных массивов с помощью железных дорог широкой колеи, являющихся в то же время дорогами общего пользования, было предметом большого внимания со стороны В. Н. Образцова в течение всей его деятельности.

В. Н. Образцовым разработана теория строительства пионерных дорог, что имеет прямое отношение к ряду строящихся железных дорог во вновь осваиваемых лесных массивах [2].

Помимо ряда действующих пионерных дорог, семилетним планом предусмотрено строительство 2700 *км* ширококолейных лесовозных дорог, которые охватят нетронутые лесные массивы и вызовут к более широкому развитию многие новые районы Сибири, Урала и севера Европейской части Союза. Развитию сети железных дорог для освоения природных богатств севера Свердловской и Пермской областей В. Н. Образцов в свое время посвятил отдельную работу [5].

Однорельсовые дороги получили первоначальное свое применение на лесоразработках как самостоятельный оригинальный тип дорог, построенных в 1874 г. Хлудовым в Рязанской губернии. Точно не установлено, кто был автором конструкции — владельцы ли лесных дач братья Хлудовы или безымянные русские умельцы. Вернее последнее. В. Н. Образцов в хронологическом порядке отмечает построенные в СССР однорельсовые лесовозные дороги с конной тягой и впервые примененный в 1928 г.

мотовоз на Солодчинской дороге, а также имена изобретателей, вложивших свой труд в дело развития однорельсовых дорог: Деканского, Андреева, Волковского. Однорельсовые навесные дороги применялись и с канатной тягой. В. Н. Образцов отмечает, что: «При наличии местной электростанции возможно применение электровоза». В. Н. Образцов принимал непосредственное участие в научном изучении работы однорельсовых дорог, их внедрении в промышленность, улучшении конструкции пути и подвижного состава [6], [7].

Делу развития зимнего механизированного транспорта В. Н. Образцов придавал большое значение. Он писал: «тракторам, по-видимому, предстоит большое будущее в лесной полосе РСФСР для разработки лесов, ввиду того, что Северная область, главным образом и изобилующая лесами, иногда покрыта снегом до 6 месяцев в году» [8].

Позднее, отметив удачные опыты применения снежно-ледяных дорог в 1927 г. на лесоразработках в Вологодской губернии и вдоль Мурманской железной дороги, В. Н. Образцов писал: «Можно пожелать, чтобы дело это получило дальнейшее развитие, чтобы ЦУМТ и ОМЕС» обратили внимание на улучшение зимнего транспорта и для общего движения в наших центральных и северных районах».

Касаясь содержания работы, В. Собенникова, он предложил «детальнее изучить и проверить проекты и опыты Собенникова по зимнему сибирскому транспорту вдоль рек, как один из наиболее дешевых приемов даже для массового транспорта».

Позднее, в годы Великой Отечественной войны, идея Собенникова — механизировать транспорт грузов по ледяному покрову — была претворена в жизнь на новой технической основе. Именно в 1944 г. по льду реки Лены была проложена двухколейная ледяная дорога для автомобильного движения протяжением 280 км, которая успешно эксплуатировалась, обеспечивая работу Алданских золотых приисков.

Придавая большое значение зимнему транспорту грузов на санях, В. Н. Образцов первый указал, что в транспортных вузах необходимо ввести изучение зимних дорог [4].

В его учебнике [6] отдельными параграфами выделен «транспорт на лесозаготовках» и «снежно-ледяные дороги», с указанием условий их применения, характеристикой пути, подвижного состава, способов устройства. В последних своих работах [11], [12]. В. Н. Образцов показал значение комплексной теории транспорта, дал определение транспортной науки и краткую ее историю, рассмотрев виды и элементы транспорта и предложил исчерпывающую классификацию транспорта в целом. В работе намечены разделы комплексной теории транспорта и разработан первый из них, а именно «Теоретические основы движения» (движение, скорость и остановка).

Большое внимание В. Н. Образцов уделял лежневым дорогам для транспорта древесины в заболоченных районах, а также лесоспускам при эксплуатации горных лесных массивов [2], [4], [6], [8]. Вопрос экономики транспорта древесины также затронут в ряде работ В. Н. Образцова [3], [4], [8], [9].

Как уже было указано, В. Н. Образцов не только в крупных трудах, но и в популярных лекциях находил необходимым упомянуть о развитии сухопутного лесного транспорта. Так, в лекции, прочитанной в центральном Доме культуры железнодорожников в 1948 г. [13], он наметил развитие промышленного транспорта, вызванное огромным ростом промышленности и, в частности, лесной, которая обусловила «создание ряда типов лесовозных дорог: узкоколейных, деревянно-лежневых, снежных двух- и в последнее время однополозных».

В своем выступлении на первом совещании по скоростному строительству рельсовых и безрельсовых дорог при транспортной секции отделения технических наук АН СССР в мае 1939 г. он сказал: «Нам, товарищи, предстоит громадная работа по созданию добротных и дешевых дорог для автомобилей. Эту задачу мы должны разрешить в ближайшие годы» [14]. В лесной промышленности строительство добротных и дешевых дорог для автомобилей имеет особо важное значение и особую специфичность. На разрешение этого вопроса и должно быть направлено внимание инженерно-технических и научных работников лесной промышленности. В заключение остается пожелать, чтобы в учебниках, а также при чтении лекций по курсу «Сухопутный транспорт леса» заслуженно отмечалось имя академика В. Н. Образцова.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Н. Образцов. Транспорт и его будущее. М., 1948. [2]. В. Н. Образцов и Н. В. Энгельгарт. Экономические подъездные пути. М., 1916. [3]. В. Н. Образцов. Глушицкая узкоколейная ветвь. Труды 25-го съезда инженеров службы пути русских железных дорог за 1907 г., М., 1908. [4]. В. Н. Образцов. Экономика местного транспорта и пионерного строительства. Труды МИИТ,

вып. 1, 1926. [5]. В. Н. Образцов. Комплексное использование транспорта Пермской области. Доклад на конференции по изучению производительных сил Пермской области, 27 ноября 1945 г. 1946. [6]. В. Н. Образцов и Ф. И. Шауль-ский. Водный, воздушный, автомобильный, городской и промышленный транспорт. Трансжелдориздат, 1949. [7]. В. П. Тихоцкий, С. С. Берлянд, С. В. Козлов. Однорельсовые железные дороги. Гослестехиздат, М., 1933. [8]. В. Н. Образцов. Энциклопедия путей сообщения. Госиздат, 1925. [9]. В. Н. Образцов. Зимний транспорт и его возможные перспективы. «Строительная промышленность» № 4, 1928. [10]. В. Собенников. Зимний путь и машинная тяга саней. М., 1911. [11]. В. Н. Образцов. К вопросу о комплексной теории транспорта. Известия отделения технических наук АН СССР № 10—11, 1945. [12]. В. Н. Образцов и др. Сущность единого технологического процесса на железнодорожном транспорте и методика его проведения. Изд. АН СССР, 1949. [13] В. Н. Образцов. Тридцать лет Советского транспорта Изд. «Правда», 1948. [14]. Вопросы скоростного строительства, 1940. [15]. Б. Н. Веденисов, А. В. Комаров, С. П. Надежин. Повышение скорости движения, веса составов, мощности и эффективности тяговых средств транспорта. Изд. АН СССР, 1950.

Поступила в редакцию
20 апреля 1959 г.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 1 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1960

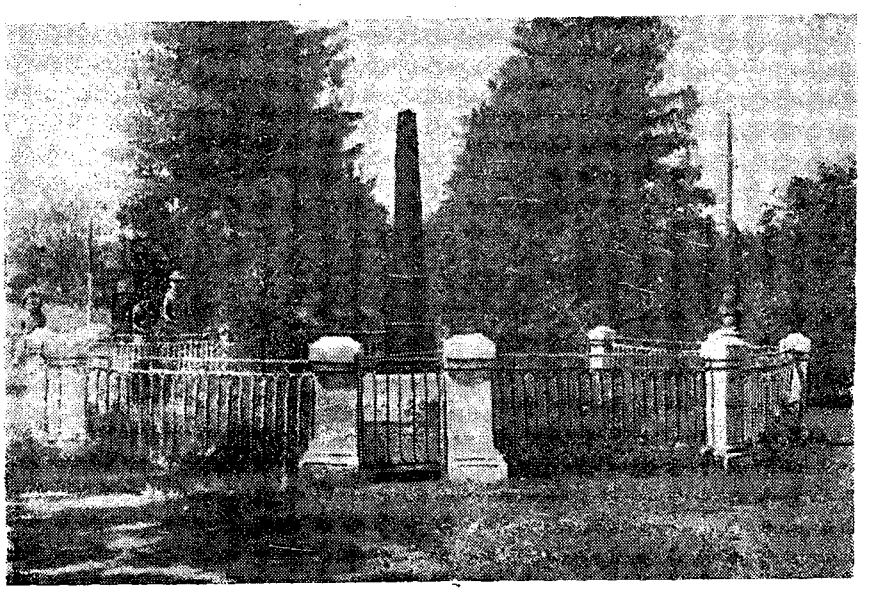
ВИКТОР ЕГОРОВИЧ ГРАФФ

К 140-летию со дня рождения

В славной плеяде деятелей русского степного лесоразведения особое место занимает В. Е. Графф, с именем которого связана организация первых степных лесничеств на юге нашей страны.

Виктор Егорович родился 3 ноября 1819 г. Рано лишившись родителей, он на пятнадцатом году жизни поступает учиться в Петербургский лесной и межевой институт. По окончании его Графф назначается лесничим в бывшую Екатеринославскую губернию. Ему было поручено выбрать место для постановки опытов степного лесоразведения в широких масштабах. Выбрав на территории нынешней Сталинской области УССР участок открытой возвышенной степи, В. Е. Графф заложил Велико-Анадольское степное лесничество — первое в России и во всем мире.

Виктору Егоровичу предстояло решить труднейшую задачу создания леса в степи. Он не мог исходить из весьма скромного опыта своих предшественников, не имел он и готовых теоретических предпосылок к своей работе. Графф сам



Памятник В. Е. Граффу, сооруженный в 1910 году Лесным обществом в Великом Анадоле (Сталинская область Украинской ССР).

Фото А. И. Котова.

должен был дать основы для будущего развития степного лесоразведения. Решив эту задачу, он завоевал признание и глубокое уважение современников и последующих поколений.

Агротехнические приемы, примененные В. Е. Граффом, основывались на опыте садоводства; они были весьма трудоемкими и могли осуществляться только при условии использования дарового труда крепостных крестьян. Но и в этих условиях работы Граффа явились источником неоценимого по своему значению лесоводственного опыта.

Одним из важнейших принципов лесокультурной деятельности В. Е. Граффа с самого начала была глубокая обработка почвы под посадки. Она полностью себя оправдала, и в настоящее время признается обязательным приемом, в особенности в засушливых районах и на засоленных почвах.

Графф применял многократные уходы за почвой после посадки (до 36 раз). С тех пор правилом каждого, занятого степным лесоразведением, стало крылатое выражение: «Без ухода леса в степи не вырастишь».

В новом виде возродилась в настоящее время идея Граффа о создании степного леса путем посадки крупномерных саженцев. Имеется уже ряд хорошо прижившихся культур, о которых сообщает наша лесная печать. Недалекое будущее, вероятно, уточнит плюсы и минусы этого интересного лесокультурного приема и условия его применения.

23 года самоотверженно трудился лесничий Графф на ниве степного лесоразведения. Много трудностей и лишений пришлось испытать ему с семейством и помощниками. Но хорошие специальные познания и несгибаемая воля к победе над стихией позволили Виктору Егоровичу создать 157 *га* леса и около 55 *га* питомников. Увеличенный впоследствии до 7 тыс. *га*, этот лес является живым зеленым памятником благородной деятельности первого степного лесничего.

Общественность высоко оценила практические и теоретические достижения Граффа. Он был избран членом ряда обществ: Вольного экономического, Московского испытателей и любителей природы, акклиматизации, сельскохозяйственных (Московского и южной России).

17 января 1866 года В. Е. Графф становится ординарным профессором Петровской земледельческой и лесной академии — первым профессором академии по кафедре лесоводства.

Но жить Виктору Егоровичу оставалось уже немного — он умер 25 ноября 1867 г., едва достигнув возраста 48 лет.

В 1910 г. Петербургское лесное общество поставило ему памятник в Великo-Анадоле, где В. Е. Графф жил и трудился. И до сих пор лесоводы помнят и высоко чтят образ мужественного борца за преобразование природы в степи, совершившего подлинный производственный подвиг.

П. И. Войчаль.

СОДЕРЖАНИЕ

Лесная наука во втором году семилетки 3

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

В. К. Захаров, Ю. Д. Сироткин. Производственное значение типов леса 5
В. П. Фирсова. Об изменении физико-химических свойств некоторых почв Урала под влиянием лесных пожаров 13
И. И. Гусев. О строении ельников Архангельской области. Сообщение 1 . 21
П. Л. Богданов. Размеры древесных волокон у гибридных тополей . . 29
А. А. Присяжнюк. Грибные болезни семян и шишек хвойных пород . . 31
Н. И. Федоров. Динамика прироста древесины сосны обыкновенной и лиственницы сибирской 38
Н. Т. Смирнов. Влияние рубок ухода на рост культур сосны площадками . 43
В. М. Ширяева. Особенности роста некоторых древесных пород в условиях среднего течения Аму-Дарьи и их роль в создании ирригационных лесонасаждений 49
Н. В. Напалков. Естественное возобновление концентрированных вырубок в сосняках Удмуртской АССР 54

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

С. И. Рахманов. К вопросу о режиме работы трелевочных лебедок . . . 62
В. В. Щелкунов. О выборе руководящего подъема лесовозных железных дорог колеи 750 *мм* 69
В. В. Харитонов. Теория процесса окорки древесины на корообдирочных станках 77
А. Е. Митрофанов. Определение усилий, возникающих при работе отвала бульдозера 83
А. Н. Долгов. Применение грунтощебня на автомобильных лесовозных дорогах. 88
Ю. Д. Силуков. Об оценке сцепления автомобильного колеса с дорогой . 93

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

С. А. Воскресенский. Основные положения расчета режущей пластинки 99
Г. М. Гернет. Преселективное управление обрезным станком с гидроприводом 105
Т. М. Шкиря. Физико-механические свойства древесины сучьев и вершин Карпатского бука 111
Ф. Л. Фишкина. Некоторые дополнения к теории объемного использования пиловочных бревен 116
Г. Н. Бекша. Влияние грибных поражений на физико-механические свойства древесины бука восточного 121
Д. В. Соколов. Опыт определения электрического напряжения в тканях древесных пород 127
И. Г. Крапивина. Разрушение грибами синевы вторичного слоя клеточной стенки 130

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Н. И. Москвитин, Н. М. Алферова, В. Н. Никитина. К вопросу о механизме склеивания и прилипания высокополимеров 134
Б. Д. Богомолов, П. А. Кирпичников, В. В. Москва, Н. С. Чумаков. Щелочной сульфатный лигнин как усилитель искусственной кожи 141
И. П. Цветаева, М. К. Юрьева. О водноэкстрактивных веществах древесины лиственницы 148
А. Б. Поляк. Методика приготовления целлюлозных волокнистых материалов для исследования в инфракрасном свете 152
Д. М. Винокуров. Н. И. Хоменко. О химическом составе древесины Европейского бука 155

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В. И. Гримальский., В. А. Лозинский. Сукцессии вредной энтомофауны в лиственных и хвойных лесах Украины 160
С. Ф. Негруцкий. Об интенсивности санитарных рубок, проводимых в целях борьбы с корневой губкой 162

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

И. М. Науменко. Восстановление дубрав центральной лесостепи 165

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Г. Ф. Басов. Исследование П. В. Отоцкого на территории Ланд во Франции 168
М. М. Корунов. Академик В. Н. Образцов о сухопутном транспорте леса 170
П. И. Войчаль. Виктор Егорович Графф 173

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1
(Год издания третий)

Сдан в набор 16/XII-59 г. Подписан к печати 27/II-60 г. Форм. бум. 70×108/16.
Физич. печ. л. 11. Услови. печ. л. 15,07+3 вклейки. Уч.-изд. 13,383.
Тираж 1500. Сл 00650. Заказ 2116. Цена 10 руб.

Типография им. Склепина, г. Архангельск, Набережная им. Сталина, 86.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства. Журнал может напечатать присланную работу только при наличии письменного предварительного согласия автора на опубликование его статьи без выплаты авторского гонорара.

Статьи, представляемые в журнал, как правило, не должны превышать 12 страниц машинописного текста. Некоторые, наиболее ценные статьи, могут быть опубликованы по решению редакционной коллегии и при большем объеме — до 24 страниц. Статьи библиографического характера не должны быть более 6 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, *I* и *J*, *ζ* и *ξ*.

Для отличия от буквы О нуль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть подчеркнуты красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и математических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полные имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка простым карандашом должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректура статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 20 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

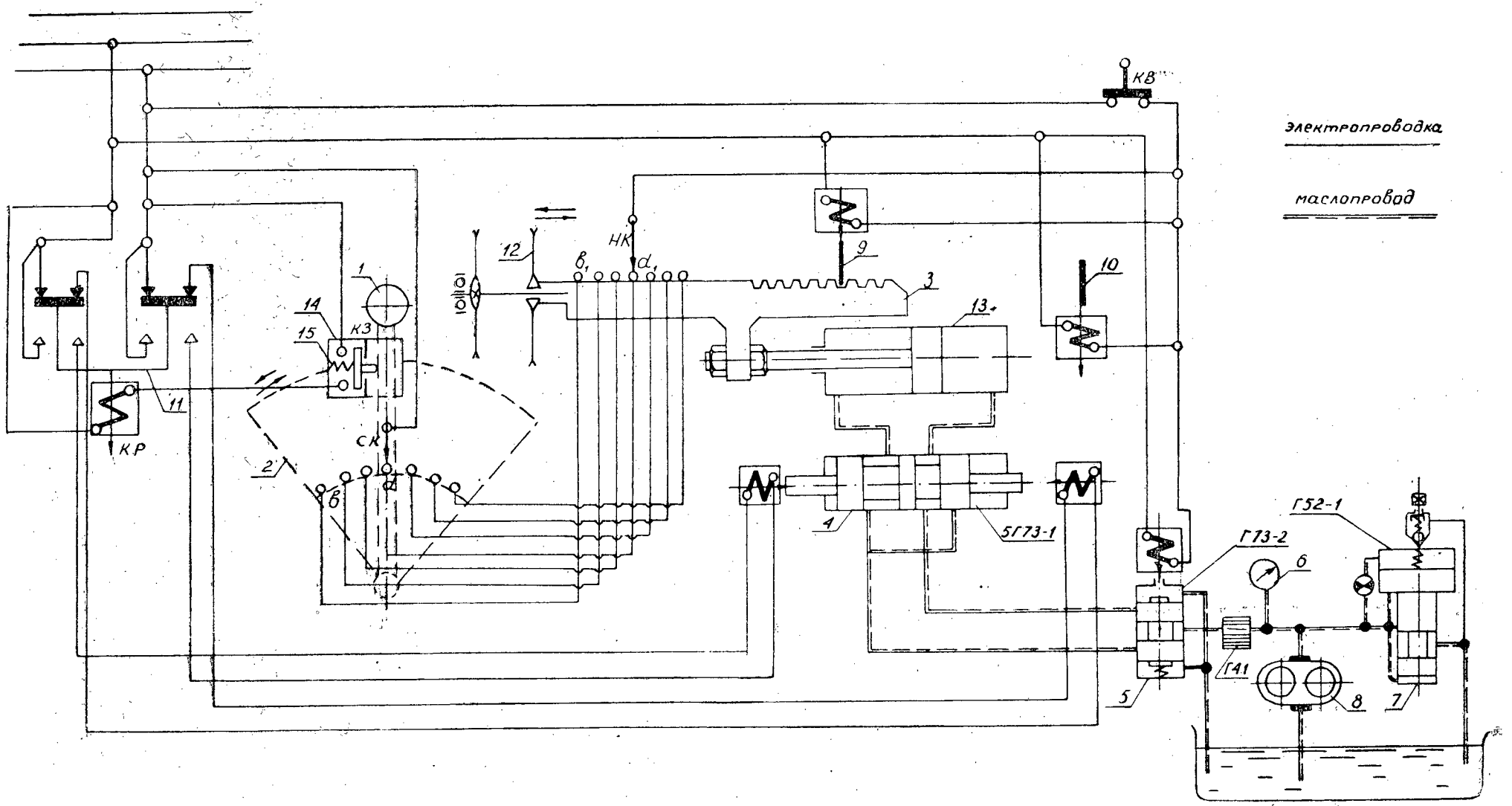


Рис. 1. Гидроэлектрическая схема механизма перемещения подвижной пилы обрезного станка (в момент обрезки доски).

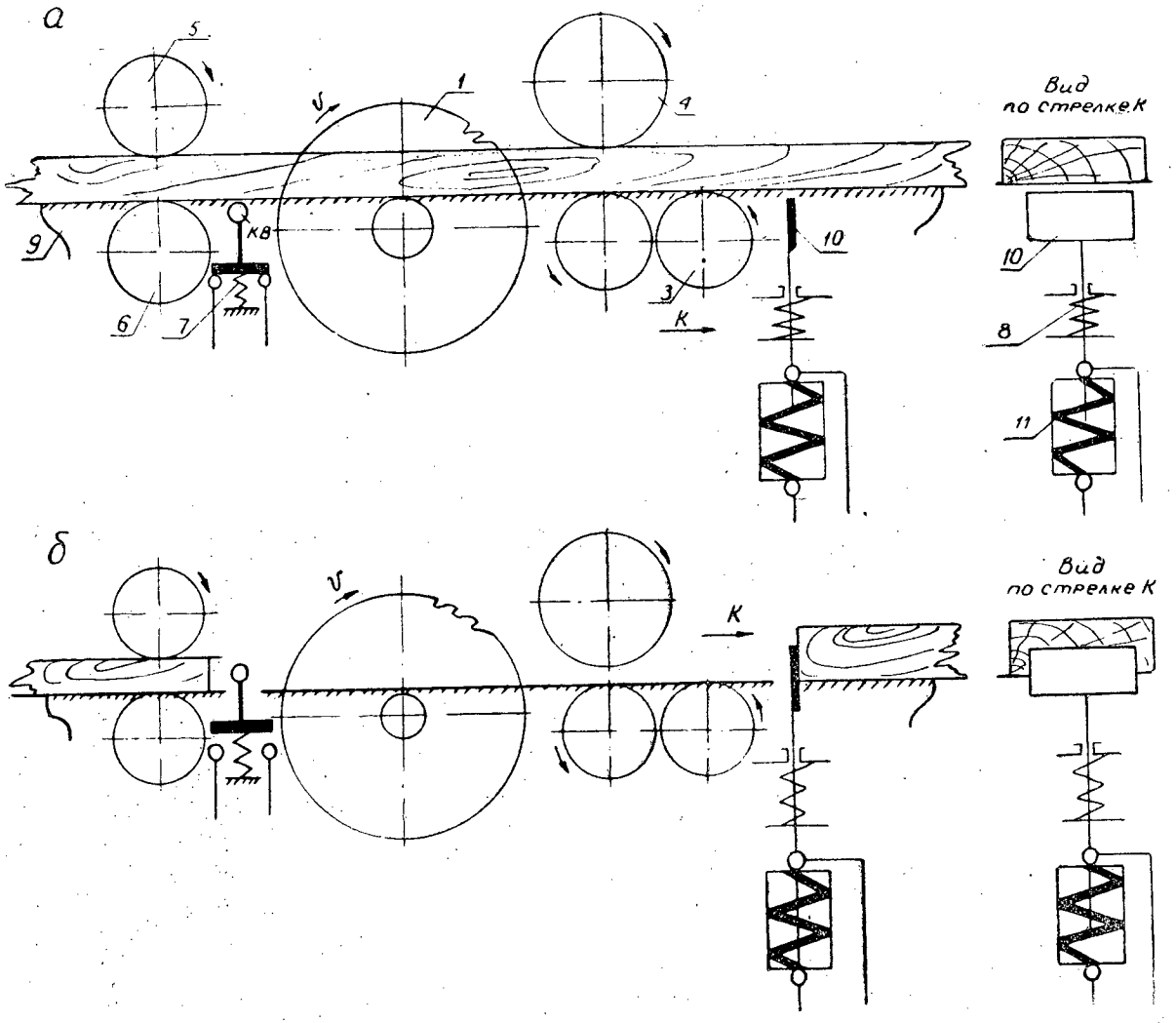


Рис. 2. Технологическая схема: *а* — момент обрезки доски; *б* — момент перемещения пилы.

1—круглая пила; *2*—доска; *3*—передние нижние подающие вальцы; *4*—передний верхний подающий валец; *5*—задний верхний подающий валец; *6*—задний нижний подающий валец; *7*—пружина конечного выключателя; *8*—пружина предохранительного щитка; *9*—стол станка; *10*—предохранительный щиток; *11*—электромагнит предохранительного щитка; *КВ*—конечный выключатель электромагнита четырехходового золотника ГТЗ-2.

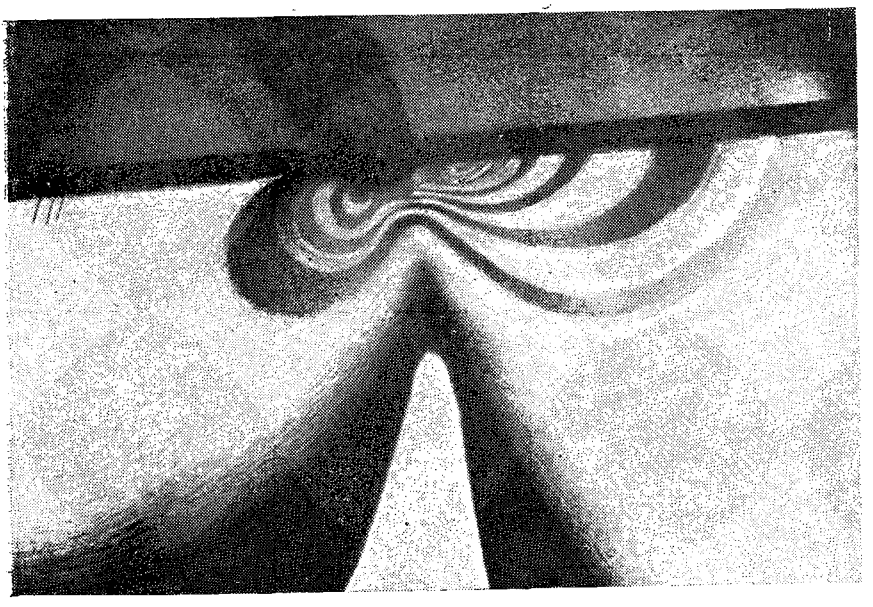


Рис. 2, *а*.

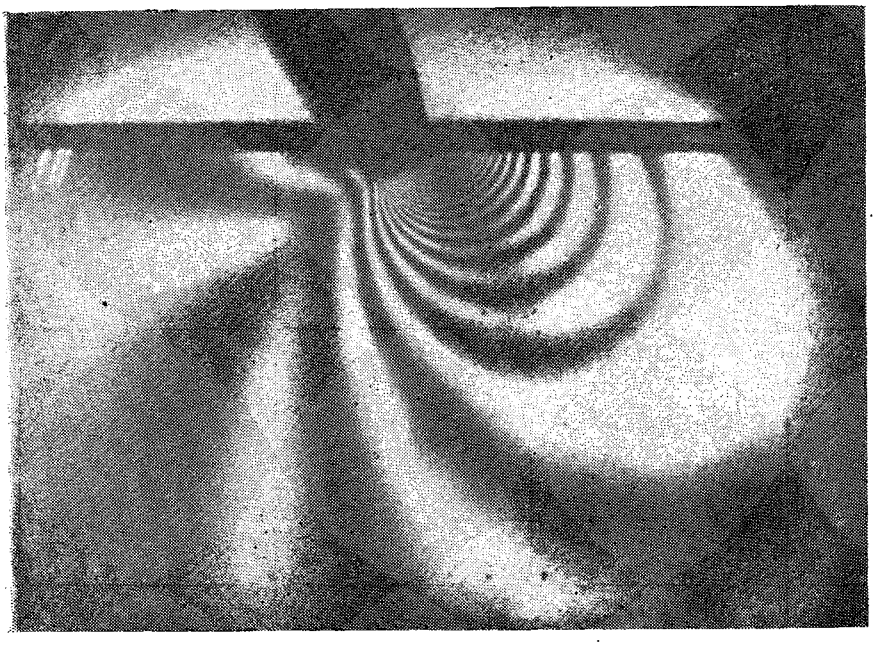


Рис. 2, *б*.

Картина полос при действии скалывающих и нормальных усилий.

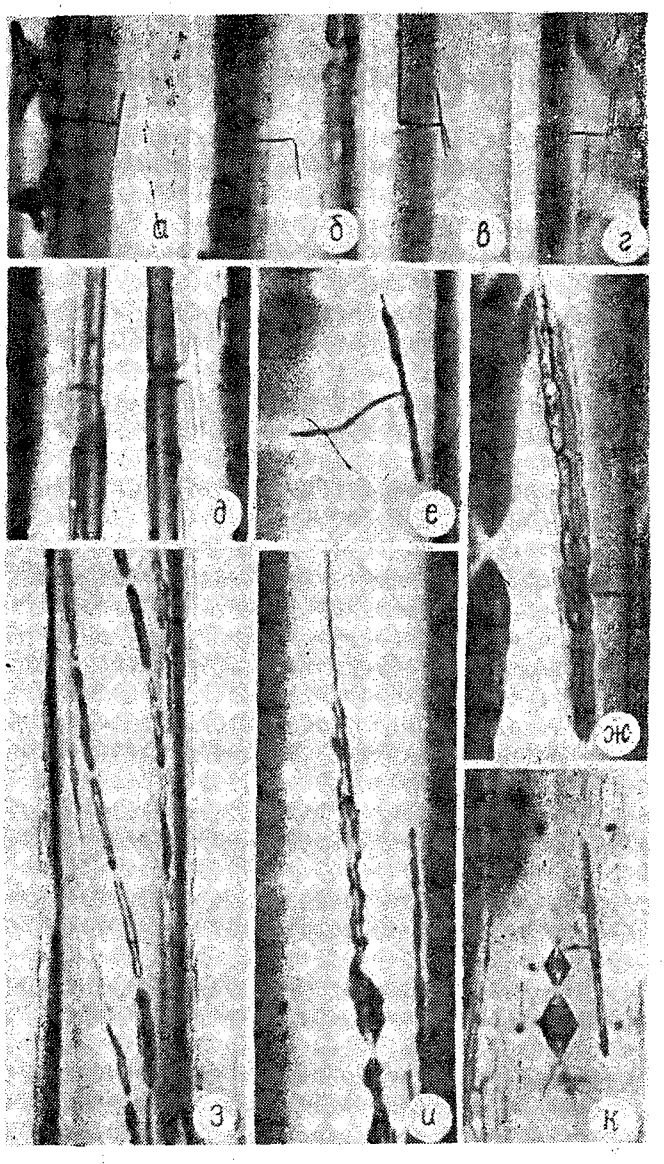


Рис. 1. Развитие полостей во вторичном слое клеточной стенки древесины сосны, пораженной грибами синевы.

а, *б*, *в*, *г* — формы ветвления специализированных проводящих отростков *T. heteromorphum* во вторичном слое клеточной стенки; *д* — начальная стадия разрушения клеточной стенки гифами *P. fastigiata* (увелич. 450); *е* — мелкие полости вокруг гифы *O. coerulescens*, ориентированной параллельно продольной оси. фибрилл целлюлозы; *ж*— крупная полость, образованная *D. pinicola v. mammosa* (увелич. 900); *з* — цепочка полостей в клеточной стенке, разрушенной *O. piceae* (увелич. 210); *и* — окончание цепочки, образованной *O. piceae* (увелич. 900); *к* — форма ветвления гифы *O. pini* во вторичном слое клеточной стенки (увелич. 450). Тангентальные срезы. Окраска — гематоксилин по методу Н. И. Цешинской.

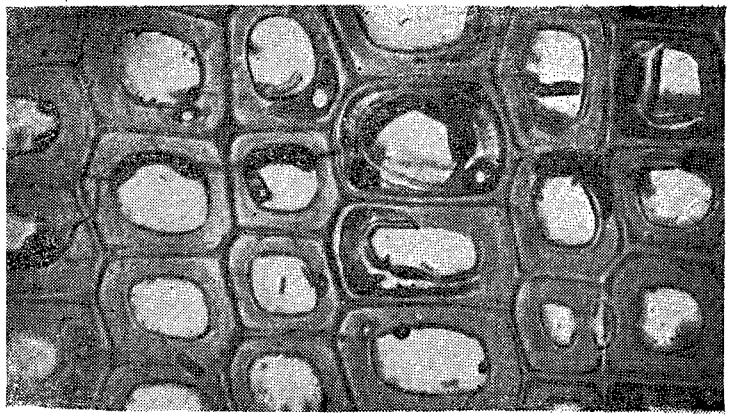


Рис. 2. Полости во вторичном слое клеточной стенки древесины сосны, пораженной *D. pinicola v. mammosa* (увелич. 630). Поперечный разрез. Окраска — гематоксилин-сафранин.

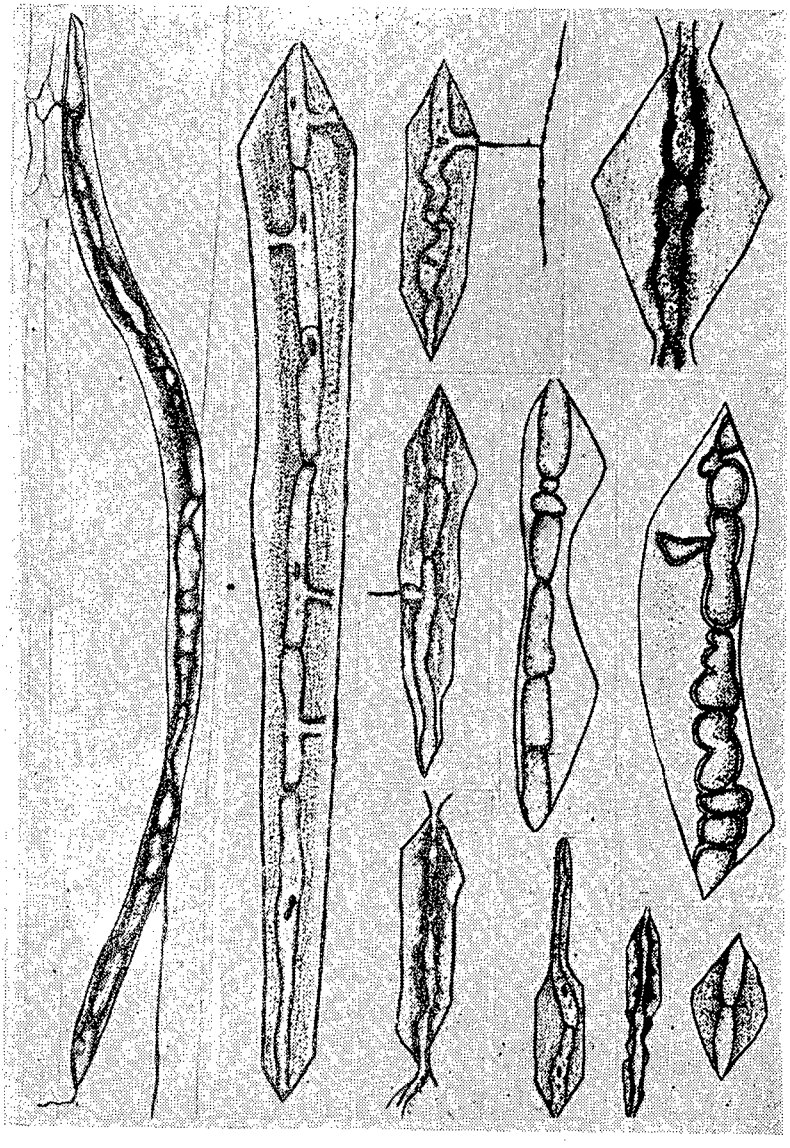


Рис. 3. Формы полостей во вторичным слое клеточной стенки древесины сосны, пораженной разными видами грибов синевы (увелич. 900). Тангентальные срезы. Окраска — гематоксилин-сафранин.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

1
1960

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

Цена 10 руб.

Принимается подписка на журнал на 1960 год

«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 — 60 рублей. Цена отдельного номера — 10 рублей.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплект журналов за 1958 г. и отдельные номера за 1958 и 1959 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная им. Сталина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».