

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

3

1996

ИЗДАТЕЛЬ – АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Главный редактор – акад. **О.М. Соколов**.
Заместители главного редактора:
акад. **Е.С. Романов**, чл.-кор. **С.И. Морозов**.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

Проф. **Ю.Г. Бутко**, проф. **А.В. Веретеников**, проф. **Е.Д. Гельфанд**, чл.-кор. **И.И. Гусев**, акад. **Р.Е. Калитеевский**, акад. **А.Н. Кириллов**, проф. **В.И. Комаров**, проф. **Н.В. Лившиц**, акад. **Е.Г. Мозолевская**, доц. **О.А. Неволин**, акад. **А.Н. Обливин**, акад. **В.И. Онегин**, чл.-кор. **Г.С. Ощенко**, чл.-кор. **А.В. Питухин**, акад. **В.К. Попов**, акад. **С.М. Репях**, акад. **А.Р. Родин**, проф. **В.П. Рябчук**, проф. **Е.Д. Сабо**, акад. **Э.Н. Сабуров**, чл.-кор. **Е.Н. Самошкин**, акад. **В.И. Санев**, акад. **О.А. Терентьев**, проф. **Ф.Х. Хакимова**, чл.-кор. **В.Я. Харитонов**, акад. **Г.А. Чибисов**, проф. **В.В. Щелкунов**, проф. **Х.-Д. Энгельман**

Ответственный секретарь **Р.В. Белякова**.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3

Редакторы **Н.П. Бойкова**, **Л.С. Окулова**.
Перевод **Л.А. Корельской**.
Компьютерный набор **О.В. Деревцовой**, верстка **Е.Б. Красновой**.
Техническое обеспечение **А.В. Крыжановского**.

Сдан в набор 12.05.96. Подписан в печать 08.07.96. Рег. № 745
Форм. бум. 70x108 1/16. Бумага мелованная. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 12,775. Усл. кр.-отт. 12,775. Уч.-изд. л. 15,51. Тираж 1000 экз. Цена свободная.
Архангельский государственный технический университет

Адрес редакции: 163007, г. Архангельск, 7, наб. Сев. Двины, 17,
тел. 44-13-37.

Типография Архангельского государственного технического университета,
163007, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 14

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>В.А. Бугаев.</i> Основные показатели динамики состояния лесного фонда Хреновского лесхоза Воронежской области _____	7
<i>В.В. Беляев.</i> О лесорастительных условиях вырубок Севера в связи с их лесокультурным освоением _____	13
<i>А.В. Лебедев.</i> Показатели активной деятельности насекомых-ксилофагов в ельниках _____	21
<i>Ю.А. Кайтера, А.Л. Федорков, Р.Е. Ялканен.</i> Распространение побегового рака по градиенту загрязнения среды в Российской и Финской Лапландии _____	26
<i>Т.И. Ковтун.</i> Исследования по биоиндикации городского ландшафта с различной степенью антропогенной и техногенной нагрузки _____	32

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>С.И. Морозов.</i> Расчет с помощью ЭВМ температурного диапазона укладки сварных рельсовых плетей _____	36
<i>В.С. Петровский, С.Р. Онгуя, С.К. Око.</i> Математические модели стволов, хлыстов, бревен в САПР учета, переработки и использования лесоматериалов _____	42
<i>В.И. Кучерявый.</i> Оценка надежности деталей лесных машин при дискретных случайных воздействиях _____	47
<i>Т.А. Гурьев, Г.С. Тутыгин.</i> Снегозаносимость автомобильных дорог, проложенных по лесным просекам _____	51
<i>П.А. Меркуров.</i> Экспериментальные исследования по разработке региональной таблицы объемов круглых лесоматериалов _____	54

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>В.Е. Воскресенский.</i> Определение энергозатрат при отделении луба от бересты фрезерованием _____	61
<i>Ю.Ф. Чернышев, Н.И. Остроухова.</i> Влияние неоднородности материала на напряжения в деревянной втулке _____	71
<i>В.Н. Вольнский.</i> Влияние наклона волокон на механические показатели древесины _____	77

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>С.С. Никулин, А.И. Дмитренко, Т.Р. Бутенко, С.Л. Сидоров, Н.Н. Шаповалова, О.А. Хохлова.</i> Сополимеры на основе кубовых остатков ректификации стирола в производстве древесноволокнистых плит _____	82
<i>С.С. Никулин, А.И. Дмитренко, С.Л. Сидоров, Н.Н. Шаповалова, О.А. Хохлова.</i> Использование низкомолекулярных сополимеров из отходов производства синтетических каучуков для пропитки древесноволокнистых плит _____	86
<i>С.В. Авдашкевич, В.В. Выглазов, В.Б. Кинд, Ю.И. Холькин.</i> Полиэтиленоксид как флокулянт для очистки гидролизатов растительного сырья _____	89
<i>И.Б. Филиппов, В.И. Комаров.</i> Влияние процесса размола на деформативность и прочность целлюлозных полуфабрикатов, используемых для производства книжно-журнальной бумаги для офсетного способа печати _____	96

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- В.И. Мосягин, В.А. Лебедев.* Вторичные древесные ресурсы как товары. 114
Б.В. Воробьев, Е.В. Варава. Об экономическом обосновании инвестиций
 в лесохимический комплекс с учетом социально-экологических
 факторов в условиях рыночных отношений _____ 117
А.В. Антонов. Проблемы реализации права государственной собствен-
 ности на леса _____ 121

ИСТОРИЯ НАУКИ

- М.Д. Мерзленко.* Василий Яковлевич Ломиковский как агролесомели-
 оратор-практик _____ 125
А.Н. Салтыков. Северной лесной опытной станции – 85 лет _____ 128

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Б.Н. Уголев.* Сессия Координационного совета по древесиноведению в
 Йошкар-Оле _____ 130

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- О.А. Неволин.* Лиственничные леса Европейского Севера России _____ 133
А.Р. Родин. Ценное учебное пособие _____ 138
Н.А. Бабич. Интересная книга _____ 140

ЮБИЛЕИ

- Ректорат Архангельского государственного технического университе-
 та, редколлегия и редакция «Лесного журнала».* Юбилей
 Е.Д. Гельфанда _____ 141
*Ректорат Архангельского государственного технического университе-
 та, редколлегия и редакция «Лесного журнала».* Профессору
 В.И. Комарову – 50 лет _____ 143

От редакции. Приносим извинения читателям и лично академику О.А. Терентьеву за ошибку, допущенную типографией в № 1 – 2 за 1996г., где на с.77 вместо фотографии акад. О.А. Терентьева помещена фотография другого автора.

CONTENTS

FORESTRY

<i>V.A. Bugaev.</i> Main Indices of Dynamics of Forest Resources' Condition at Khrenovskiy Forestry of Voronezh Region _____	7
<i>V.V. Belyaev.</i> On Forest Site Conditions of Felling Areas in the North with Reference to their Artificial Crop Development _____	13
<i>A.V. Lebedev.</i> Indicators of Xylophage Intensive Activity in Spruce Forests .	21
<i>Yu.A. Kaitera, A.L. Fedorkov, R.E. Yaalkanen.</i> Distribution of Canker along the Pollution Gradient in Russia and Finland Lapland _____	26
<i>T.I. Kovtun.</i> Investigations into Bioindication of Urban Landscape with Different Degree of Anthropogenic and Technogenic Load _____	32

WOODEXPLOITATION

<i>S.I. Morozov.</i> Computer-Based Calculation of Temperature Range of Laying Welded Rails _____	36
<i>V.S. Petrovsky, S.R. Onguya, K.S. Oko.</i> Mathematical Models of Trunks, Tree Lengths, Logs in CAD Accounting of Conversion and Utilization of Timber _____	42
<i>V.I. Kucheryavy.</i> Estimation of Harvester Parts' Reliability at Discrete Random Inputs _____	47
<i>T.A. Gur'ev, G.S. Tutygin.</i> Snow Drift Conditions of Forest Ride Motor Roads _____	51
<i>P.A. Merkurov.</i> The Experimental Studies into Developing Regional Chart of Round Timber Volumes _____	54

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE

<i>V.E. Voskresensky.</i> Determination of Energy Input when Separating Bast from Birch Bark by Milling _____	62
<i>Yu.F. Chernyshev, N.I. Ostroukhova.</i> Influence of Material Heterogeneity on Stresses in Wooden Bushing _____	71
<i>V.N. Volynsky.</i> Influence of Fibers Pitch on Mechanical Properties of Wood. _____	77

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

<i>S.S. Nikulin, A.I. Dmitrenkov, T.P. Butenko, S.L. Sidorov, N.N. Shapovalova, O.A. Khokhlova.</i> Copolymers Based on Styrol Rectification Bottoms in Fiberboards Production _____	82
<i>S.S. Nikulin, A.I. Dmitrenkov, S.L. Sidorov, N.N. Shapovalova, O.A. Khokhlova.</i> Utilization of Low - molecular Copolymers from Synthetic Rubbers Production Wastes for Fiberboards Impregnation _____	86
<i>S.V. Avdashkevitch, V.V. Vyglazov, V.B. Kind, Yu.I. Khol'kin.</i> Polyethylene Oxide as Flocculant for Cleaning Plant Raw Materials' Hydrolyzates _____	89
<i>I.B. Filippov, V.I. Komarov.</i> Influence of Beating Process on Deformability and Strength of Wood Pulp Used for Manufacture of Book-Journal Offset Printing Paper _____	96

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>V.I. Mosyagin, V.A. Lebedev.</i> Secondary Wood Resources as Goods _____	114
<i>B.V. Vorob'yev, E.V. Varava.</i> On Economic Substantiation of Investments into Wood Chemical Complex Taking Account of Social-Ecological Factors under Conditions of Market Relations _____	117

<i>A.V. Antonov.</i> Problems of Realizing the Governmental Forest Ownership Right _____	121
------------------------------------------------------------------------------------------	-----

HISTORY OF SCIENCE

<i>M.D. Merzlenko.</i> Vasily Ya. Lomikovskiy as an Experienced Forest Meliorator _____	125
<i>A.N. Salykov.</i> Northern Forest Experimental Station – the 85 th Anniversary _____	128

SCIENTIFIC AND LEARNED CONFERENCES

<i>B.N. Ugolev.</i> Session of Coordinating Council on Woodscience in Yoshkar-Ola _____	130
-----------------------------------------------------------------------------------------	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>O.A. Nevolin.</i> Larch Forests of the European North of Russia _____	133
<i>A.R. Rodin.</i> Valuable Textbook _____	138
<i>N.A. Babitch.</i> The Interesting Book _____	140

JUBILEES

<i>The Staff of Archangelsk State Engineering University Administration, Editorial Staff of «Lesnoi Zhurnal».</i> E.D. Gel'fand's Jubilee _____	141
<i>The Staff of Archangelsk State Engineering University Administration, Editorial Staff of «Lesnoi Zhurnal».</i> Professor V.I. Komarov – 50 ...	143

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*905.2

В.А. БУГАЕВ

Воронежская государственная лесотехническая академия

Бугаев Владимир Агеевич родился в 1924 г., окончил в 1948 г. Воронежский лесохозяйственный институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии, заслуженный лесовод РФ. Имеет более 200 печатных работ в области ведения лесного хозяйства, комплексной оценки лесов, моделирования лесохозяйственных производств.

**ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ
ЛЕСНОГО ФОНДА ХРЕНОВСКОГО ЛЕСХОЗА
ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

На основании обобщения материалов лесоустройства за 1950-1989 гг. выявлены показатели успешного ведения хозяйства в Хреновском лесхозе: расширение покрытой лесом площади и насаждений сосны, рост их продуктивности. Изложены предложения по реконструкции малоценного леса и развитию рубок ухода.

Based on summarized materials of forest management during 1950-1989 the indices of successful economic practice in Khrenovsky forestry: expansion of the forested area and pine plantations, increase of their productivity have been revealed. The offers on reconstruction of the inferior forest and development of improvement cutting are presented.

Хреновской лесхоз расположен в одноименном бору, известном всем лесоводам России как ценный сосновый массив в южной части лесостепи, где начинал работать Г.Ф. Морозов. Представление о лесохозяйственной деятельности может быть получено по данным о динамике состояния лесного фонда в течение продолжительного периода, что обусловлено длительным временем выращивания спелого леса. В этот период объект должен быть сосредоточен на неизменной

лесной территории, а отклонения общей площади лесхоза не должны превышать 1 % [1].

Данные получены в результате обобщения материалов лесоустройства 1950, 1960, 1969, 1979, 1989 гг. В 1950 г. общая площадь лесного фонда Хреновского лесхоза составляла 16 602 га и к 1989 г. увеличилась лишь на 0,6 %.

Распределение общей площади по категориям земель показано в табл. 1. Нами выделена особая категория, включающая покрытую лесом площадь вместе с несомкнувшимися культурами.

Таблица 1

Категория земель	Распределение общей площади, %				
	1950	1960	1969	1979	1989
Покрытая лесом площадь вместе с несомкнувшимися культурами	65,8	80,6	82,7	86,9	82,6
В том числе лесные культуры	17,2	30,6	33,2	36,5	36,0
Насаждения естественного происхождения	48,6	50,6	49,5	50,4	46,6
Не покрытая лесом площадь	17,8	4,0	5,8	2,5	6,2
В том числе необлесившиеся вырубki	1,7	1,2	3,1	1,1	2,0
Итого лесной площади	83,6	84,6	88,5	89,4	88,8
Нелесная площадь	16,4	15,4	11,5	10,6	11,2
В том числе неиспользуемые земли	10,5	8,1	5,6	4,5	5,1

Из приведенных данных следует, что за 1950-1989 гг. возрос процент покрытых лесом земель, преимущественно за счет расширения площади лесных культур, и сократилась доля не покрытых лесом. Облесались как не покрытые лесом площади, так и неиспользуемые земли нелесной площади. Вырубали насаждения только естественного происхождения. Однако их доля в лесном фонде уменьшилась незначительно. Это свидетельствует о том, что в Хреновском лесхозе было вполне удовлетворительным естественное (главным образом порослью лиственных пород) и искусственное (культуры сосны) лесовосстановление.

Данные табл. 2 получены на основании таксации 1979 г. всех участков культур и характеризуют их сохранность. В Хреновском лесхозе лесокультурное дело имеет многолетнюю историю, первые посадки сосны выполнены еще в 1850 г.

Как видно из табл. 2, масштаб лесокультурных работ постепенно увеличивался, достигнув максимума в 1951-1960 гг. Именно за этот период резко повысилась доля покрытых лесом земель. В дальнейшем лесокультурная деятельность сократилась, вероятно, из-за недостатка не покрытых лесом площадей, служивших основным объектом искусственного лесовосстановления. Такая тенденция необидительна, так как в лесокультурный фонд надлежит включать не только необлесенные участки, но и малоценные насаждения, требующие реконструкции.

Таблица 2

Период	Возраст культур в 1979 г., лет	Произведено культур, га	Сохранилось к 1979 г.	
			га	%
До 1917	62 и >	2 400	892	37
1918 – 1927	52 ... 61	42	2	5
1928 – 1936	43 ... 51	2 129	851	40
1937 – 1945	34 ... 42	654	222	34
1946 – 1950	29 ... 33	1 107	873	79
1951 – 1960	19 ... 28	4 030	1938	48
1961 – 1969	10 ... 18	1 455	1441	99
1970 – 1979	9 и <	1 425	871	58
Итого	-	13 242	7036	53

В результате многолетнего труда лесоводов создано более 13 тыс. га культур, что примерно соответствует площади имевшихся в 1979 г. покрытых лесом земель. В действительности в пределах насаждений на долю культур приходится 42 %. Обычно их гибель объясняют погодными условиями, уничтожением молодняков дикими животными и т.п. Однако надо учитывать особенности сформировавшегося в последнее время лесокультурного фонда.

В 50-х гг. культуры сосны размещали на открытых участках и их выбору благоприятствовало наличие больших площадей, не покрытых лесом. После истощения фонда открытых участков в не покрытой лесом площади стали преобладать вырубки (см. табл. 1). Сеянцы сосны на них испытывали сильное угнетение от быстро развивающейся поросли лиственных пород. Отсутствие в таких культурах рубок ухода и даже запаздывание с ними приводили к гибели посадок. В некоторых насаждениях примесь лиственных пород в составе была столь значительна, что при таксации трудно было выявить лесокультурный древостой. Породный состав лесного фонда представлен в табл. 3.

Таблица 3

Преобладающая порода	Распределение покрытой лесом площади, %				
	1950	1960	1969	1979	1989
Сосна	54,3	59,5	64,5	64,4	62,6
Дуб	21,1	17,5	14,4	12,1	12,1
Береза	4,5	5,4	5,5	6,5	7,5
Осина	6,8	6,4	6,3	5,2	5,0
Ольха	12,1	9,9	8,7	9,8	11,4
Прочие породы	1,2	1,3	0,6	2,0	1,4

Данные таблицы свидетельствуют об увеличении площади целевой породы Хреновского лесхоза – сосны. Сократилась площадь некоторых лиственных пород (дуб, осина), у березы она расширилась, у ольхи по существу не изменилась. Повышению доли сосны способ-

ствовали благоприятные для ее выращивания лесорастительные условия, что и определило основную цель хозяйства – после вырубki лиственных насаждений создавать сосновые культуры, которые занимают все большее место в пределах породы. При лесоустройстве 1989 г. установлено, что среди сосняков на культуры приходится 65 %. Сосновые насаждения искусственного происхождения более молодые (средний возраст 46 лет), чем естественного (83 года).

Учитывая хозяйственную направленность на выращивание сосны, при последующем изложении основное внимание уделено этой породе.

Наглядное представление о динамике породного состава лесного фонда дает распределение площади в пределах породы по классам возраста (табл. 4). Площадь данного класса возраста нужно сопоставлять с площадью последующего, куда через определенное время, равное продолжительности класса, будут относиться насаждения. Интервал между отдельными учетными этапами соответствует 20 годам. Например, площадь насаждений I класса возраста, имевшаяся в 1950 г., сопоставляется с таковой в 1969 г. при переходе насаждений во II класс. Если за 1950-1969 гг. площадь данного класса при переходе в последующий класс увеличилась, то подобное изменение положительное, уменьшилось – отрицательное.

За 1950-1969 гг. площадь сосновых насаждений возросла на 2754 га преимущественно в результате создания новых культур и сохранности молодняков, что превысило убыль от вырубki спелого леса. В 1969-1989 гг. подобного не произошло, площадь сосняков уменьшилась, так как размер вырубki оказался больше площади вновь созданных насаждений.

Распределение насаждений по группам возраста (табл. 5) свидетельствует о роли этих групп в общей системе лесохозяйственной деятельности.

Для периода 1950-1969 гг. характерна значительная площадь молодняков, особенно I класса возраста, связанная с большим масштабом лесокультурных работ. Дальнейшее их сокращение привело к уменьшению площади молодняков I класса, а впоследствии к переходу их вначале во II класс, а затем в категорию средневозрастных насаждений. В связи с описанной динамикой сосняков по возрасту должно было измениться отношение к отдельным видам рубок ухода. В 1950-1969 гг. развитие приобрели осветления и прочистки. Преминьшение их объема послужило одной из причин гибели культур. В дальнейшем предпочтение отдается прореживаниям и проходным рубкам.

Неодинаковой была площадь спелых и перестойных насаждений в связи с расширением или сокращением рубки леса, что соответственно влияло на наличие невозобновившихся лесосек в пределах не покрытых лесом земель. К 1979 г. доля упомянутых насаждений возросла, а затем стабилизировалась, что обусловлено сокращением объема рубки. Но все же к 1989 г. спелых и приспевающих сосняков осталось немного. Это дает основание считать, что установленный в настоящее время объем рубки леса не изменится в ближайшие 40 лет. В последующие периоды предполагается расширение рубок, когда

Таблица 4

Год лесоустройства	Распределение площади сосновых насаждений, га, по классам возраста							Итого
	I	II	III	IV	V	VI	VII и выше	
1950	1435	1497	647	938	645	321	435	5918
1969:								
фактические данные	3265	2042	1148	851	803	289	274	8672
ожидаемые »	3265	1435	1497	647	938	645	756	-
Изменения в 1950 - 1969 гг.	-	+607	-349	+204	-135	-356	-482	+2754
1989:								
фактические данные	199	3267	1980	1165	807	637	239	8294
ожидаемые »	199	3265	2042	1148	851	803	563	-
Изменения в 1969 - 1989 гг.	-	+2	-62	+17	-44	-166	-324	-378

Таблица 5

Год лесоуст- ройства	Распределение площади сосновых насаждений, %, по группам возраста					
	Молодняки			Средне- возраст- ные	Приспе- вающие	Спелые и перестой- ные
	I класс	II класс	Итого			
1950	24	25	49	28	11	12
1960	36	28	64	26	6	4
1969	37	24	61	23	9	7
1979	16	35	51	30	8	11
1989	2	39	41	38	10	11

современные средневозрастные насаждения перейдут в категорию спелых. Увеличение пользования древесиной достижимо за счет прореживаний и проходных рубок. Предпосылки к этому имеются, как видно из данных табл. 5.

Важным показателем является полнота насаждений. От нее зависит древесный запас, который характеризуется средней полнотой и распределением площади насаждений по классам полнот. Для наглядности классы объединяют в группы насаждений: низкополнотные – 0,3...0,5; среднеполнотные – 0,6...0,7 и высокополнотные – 0,8...1,0. Такая градация связана с лесохозяйственными мероприятиями. В низкополнотных насаждениях необходимо производить реконструктивные работы по повышению сомкнутости древесного полога, в высокополнотных – рубки ухода. Описанная группировка сосняков Хреновского лесхоза представлена в табл. 6.

Постепенно доля низкополнотных насаждений сокращается, среднеполнотных повышается. Примерно 1/5 насаждений может быть отнесена к высокополнотным, где необходимы рубки ухода. Полнота связана с возрастом насаждений. В молодых сосновых культурах, где

Таблица 6

Год лесоустройства	Распределение сосняков, %, по группам полнот		
	0,3...0,5	0,6...0,7	0,8...1,0
1950	34,5	41,4	24,1
1960	25,5	59,5	15,0
1969	20,0	54,5	25,5
1979	13,5	51,3	35,2
1989	14,3	66,1	19,6

еще происходит смыкание крон деревьев, полнота невысокая, в средневозрастных она повышается, в приспевающих уменьшается и достигает минимума в спелых насаждениях [2]. Это означает, что рубки ухода надлежит проводить лишь на небольшой площади в средневозрастных древостоях.

Изменение средних таксационных показателей отражает общую тенденцию динамики сосновых насаждений Хреновского лесхоза (табл. 7).

За период 1950-1989 гг. площадь сосновых насаждений возросла на 40 %, древесный запас на 74 % и общий средний прирост на 84 %. Опережающий рост запаса по отношению к расширению площади означает тенденцию интенсификации лесохозяйственного производства, направленную на выращивание в Хреновском лесхозе сосняков, что соответствует лесорастительным условиям. Возросла продуктивность леса, о чем свидетельствует увеличение среднего прироста с 1 га на 25 %, который в 1989 г. составил 4 м³. Несколько повысилась полнота.

Таблица 7

Год лесо- устрой- ства	Пло- щадь насаж- дений, %	Запас, %		Средний прирост, %		Сред- ний класс бони- тета	Сред- ний воз- раст, лет	Средняя полнота
		общий	сред- ний на 1 га	общий	на 1 га			
1950	100	100	100	100	100	1,5	54	0,63
1960	125	94	78	126	103	1,7	42	0,63
1969	146	126	86	163	112	1,6	41	0,66
1979	159	148	97	173	117	1,5	50	0,70
1989	140	174	124	184	125	1,4	49	0,67

Состояние и продуктивность леса зависят не только от проводимых лесовосстановительных работ, но и от объема главного пользования древесиной. В течение 1951-1968 гг. он ежегодно составлял в переводе на 1 га покрытой лесом площади 1,1 м³, или 40 % от среднего прироста, а в 1969-1979 гг. соответственно 0,7 м³, или 20 % от прироста. Как видно, постепенно объем лесозаготовок в Хреновском лесхозе уменьшался, исходя из сокращения эксплуатационного фонда и защитных функций леса. Это обстоятельство способствовало большому накоплению древесного запаса после 1969 г. (см. табл. 7) и повыше-

нию доли спелых насаждений (см. табл. 5). Сокращение главного пользования должно быть компенсировано рубками ухода. Объем полученной от них древесины в 1969-1979 гг. составил 1/4 главного пользования, что явно недостаточно, исходя из возможностей развития прореживаний и проходных рубок и сложившейся возрастной структуры лесного фонда (см. табл. 5).

Итак, в результате изучения динамики состояния лесного фонда Хреновского лесхоза можно констатировать положительные итоги лесохозяйственной деятельности за 1950-1989 гг. Однако благоприятные для выращивания сосны лесорастительные условия Хреновского бора используются недостаточно. Реконструктивными мерами следует расширить площадь насаждений данной породы. Необходимо также увеличить объем рубок ухода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бугаев В.А. Основы лесоустройства. - Воронеж: Изд. ВГУ, 1993. - 232 с. [2]. Воронин И.В., Бугаев В.А. Основные показатели динамики состояния лесного фонда лесхозов Воронежской области // Лесн. журн. - 1985. - № 3. - С. 10-14. - (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 10 января 1995 г.

УДК 630*232: 630*221.01

В. В. БЕЛЯЕВ

Архангельский институт леса и лесохимии

Беляев Владимир Васильевич родился в 1948 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории лесных культур Архангельского института леса и лесохимии. Имеет более 45 научных трудов в области искусственного лесовосстановления.



О ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ВЫРУБОК СЕВЕРА В СВЯЗИ С ИХ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫМ ОСВОЕНИЕМ

Приведены результаты исследований о наличии подроста под пологом основных типов леса. Отмечено, что на концентрированных вырубках существенно изменяются экологические условия и создаются более благоприятные условия для заселения их лиственными породами. Показано изменение температуры приземного слоя воздуха и величины заморозков в условиях вырубок.

The results of experimental studies into the presence of young growth under the canopy of main types of forest are presented. It has been stated that in the concentrated cutting areas ecological conditions significantly change and rise in more favourable conditions for deciduous species population is given. The variation of temperature of near-the-ground air and intensity of frost under cutting conditions is revealed.

В лесах Европейского Севера более 50 лет ведутся сплошные концентрированные рубки. За этот период неоднократно менялись лесозаготовительная техника и технология лесозаготовок. В начале 80-х гг. на лесосеках появились тяжелые лесозаготовительные машины типа ЛП-49. Все эти изменения накладывают определенный отпечаток на лесорастительные условия сплошных концентрированных вырубок.

Использование лесосечного фонда характеризуется долей извлеченного с площади лесосек запаса древесины от общего исходного запаса на корню. Известно, например, что в Архангельской области в среднем отведенный в рубку запас недоиспользуется на 87 % лесосек. При этом под различными недорубами остается около 15 % площади вырубок или 18 % от запаса до рубки. В районах, тяготеющих к сухопутным путям транспорта, потери древесины меньше, но и здесь только недорубы составляют в среднем 12,5 м³/га [12, 13]. Кроме того, значительное количество спиленной древесины по тем или иным причинам не вывозится, бросается у пня и на погрузочных площадках [13]. Через 5..10 лет оставленная в недорубах ель усыхает и вываливается ветром, а оставшиеся на корню особи после некоторого увеличения текущего прироста в высоту останавливаются в росте, образуют кустистую крону и подвергаются различным заболеваниям.

Нами проанализированы данные о количестве подроста под пологом леса в основных группах типов леса северной и средней подзон тайги на 688 участках общей площадью около 4 тыс. га. Для определения достаточности подроста для последующего формирования хвойных древостоев полученные данные сравнивали с «Инструкцией по сохранению подроста...» (М., 1984).

В северной подзоне тайги около 50 % насаждений имеют под пологом достаточное количество подроста, который, при условии сохранения его в процессе рубки, может обеспечить лесовосстановление вырубок хвойными породами. В основной своей части подрост крупный (более 1,5 м) и трудно приспособляется к условиям сплошных вырубок.

В средней подзоне такие насаждения составляют около 70 %; в них в 2-3 раза увеличивается доля мелкого и среднего подроста (табл. 1). Близкие к нашим данные получены В.В. Лариным, Ю.А. Паутовым [13], которые отмечают, что около 50 % годичной лесосеки в Республике Коми обеспечены таким количеством подроста, которого при его сохранении вполне достаточно для успешного восстановления хвойных лесов на вырубках. Однако при современных лесозаготовках ВТМ ЛП-49 имеющийся под пологом леса подрост, как правило, уничтожается полностью, в сильной степени повреждаются живой напочвенный покров и лесная подстилка. Минерализация почвы достигает 80...90 % площади вырубок [2, 5, 6, 14, 15].

Более чем на 80 % вырубках Европейского Севера имеется около 800 пней на 1 га, на 90 % площадей захламленность валежником и порубочными остатками составляет более 20 м³/га [24].

На погрузочных площадках и магистральных волоках плотность верхних почвенных горизонтов достигает 1,40...1,87 г/см³ (согласно литературным данным 1,7...1,8 г/см³ [7, 10, 21]).

Исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, показали, что с увеличением плотности почвы рост растений ухудшается. Оптимальной для семян и саженцев в зависимости от гранулометрического состава почв является плотность от 1,0 до 1,3 г/см³ [17].

Одновременно с ухудшением физических свойств почвы на вырубках увеличиваются запасы влаги. Древостой задерживает 35...38 % жидких и 20...25 % твердых осадков, которые испаряются с крон деревьев. На свежих вырубках все осадки практически достигают поверхности почвы. Кроме того, уменьшаются расходы на транспирацию, в результате на вырубках запасы влаги в почве оказываются значительно выше, чем, например, в ельниках. На минерализованных уплотненных участках вырубок запасы влаги составляют 110...125, на участках с ненарушенным напочвенным покровом - 62...67, в ельнике - 34...50 % от полной влагоемкости. Известно, что при влажности 75...80 % от полной влагоемкости начинаются процессы заболачивания, т.е. уплотненные минерализованные волокнистые массы могут стать очагами этого процесса [10].

Время, необходимое для восстановления водно-физических свойств почвы, зависит от степени их деформации во время рубки и скорости возобновления леса. Через 10...15 лет после рубки в северной подзоне тайги на площадках с успешным лесовозобновлением плотность верхних почвенных горизонтов уменьшается на 14...24 % по сравнению с участками, где древесная растительность не поселилась. Однако эти показатели далеки от уровней, характерных для исходных типов леса [14].

Таблица 1

Группа типов леса, краткая характеристика подроста	Площадь, га / %	Распределение площадей по количеству подроста, га / %				
		С достаточным по категориям крупности, м			Всего	С не- доста- точным
		0,1...0,5	0,6...1,5	> 1,5		
Северная подзона тайги						
Ельники черничные и близкие к ним типы леса. Подрост ели 5...40 лет. Ель в составе от 60 до 100 %	<u>327,4</u> 100,0		<u>26,0</u> 3,0	<u>184,0</u> 22,2	<u>209,0</u> 25,2	<u>618,4</u> 74,8
Сосняки и ельники брусничные и близкие к ним типы леса. Подрост сосны в возрасте 15...30 лет и ели 10...40 лет	<u>260,0</u> 100,0		<u>21,0</u> 8,1	<u>161,0</u> 61,9	<u>182,0</u> 70,0	<u>78,0</u> 30,0
Ельники и сосняки долгомошные, сфагновые. Подрост ели и сосны в возрасте 10...50 лет	<u>241,9</u> 100,0		<u>12,7</u> 5,2	<u>93,5</u> 38,7	<u>106,2</u> 43,9	<u>135,7</u> 56,1
Средняя подзона тайги						
Ельники кисличные, черничные и близкие к ним типы леса. Подрост ели в возрасте 10...25 лет. Состав 10Е	<u>1421,8</u> 100,0	<u>61,5</u> 4,3	<u>360,6</u> 25,4	<u>473,7</u> 33,3	<u>895,8</u> 63,0	<u>526,0</u> 37,0
Сосняки черничные. Подрост сосны и ели в возрасте 5...25 лет. Состав 6Е4С - 10Е	<u>256,6</u> 100,0			<u>164,7</u> 64,0	<u>164,7</u> 64,0	<u>91,9</u> 36,0
Сосняки брусничные. Подрост сосны в возрасте 5...25 лет. Состав 10С	<u>114,7</u> 100,0		<u>22,0</u> 19,2	<u>71,7</u> 62,0	<u>93,1</u> 81,2	<u>21,6</u> 18,8
Березняки кисличные и черничные. Подрост в возрасте 5...25 лет. Состав 10Е	<u>664,2</u> 100,0		<u>60,9</u> 9,2	<u>455,4</u> 68,5	<u>516,3</u> 77,7	<u>147,9</u> 22,3

Поступление суммарной радиации к поверхности почвы увеличивается в 7-20 раз в зависимости от высоты солнца, типа погоды и характера вырубемого древостоя. Изменяется и качественный ее состав. Под пологом леса в общем радиационном потоке преобладает (от 55 до 98 %) рассеянная радиация, а на сплошной вырубке ее доля за этот же период составляет 17...56 % [1].

Расчеты количества теплоты, поглощенной и трансформируемой спелым древостоем и вырубкой, показали, что в хвойном лесу, ежегодно продуцирующем около 3 т/га фитомассы (а. с. м.), подавляющая часть теплоты (около 65 %) идет на биологические процессы (транспирация, фотосинтез, дыхание и т.п.). На вырубках, где ежегодный прирост фитомассы в среднем равен 1,6 т/га, 56 % теплоты расходуется на физические процессы (нагревание воздуха, почвы, испарение влаги [14]).

Жизненные процессы наземных низкостебельных растений происходят в широком температурном интервале от -5 до 55 °С, причем при 5...40 °С у них возможен фотосинтез. Для роста побегов древесных пород умеренной зоны наиболее благоприятны температуры воздуха от 15 до 25 °С. Оптимум нетто-фотосинтеза протекает при несколько меньших температурах. В частности, фотосинтез у растений тайги наиболее интенсивно протекает при 12...20 °С [9]. Средняя же температура воздуха в хвойных лесах Севера в дневные часы в течение вегетационного периода составляет в северной подзоне тайги 10...15, в средней 15...20 °С [8]. Сумма положительных температур, необходимая для пробуждения и роста побегов сосны и ели, равна 150...220, хвои 300...400, почек 230...260 °С. Средняя дневная температура воздуха в период интенсивного роста вегетативных органов обычно составляет 15...17 °С [4, 8, 19].

Наряду с другими комплексно действующими факторами микроклимат, в свою очередь, оказывает влияние на процессы лесовозобновления. Разницы в ночной минимальной температуре в лесу на возвышениях 5, 20 и 150 см почти нет. В то же время на вырубках она большая. Чем ближе к поверхности почвы, тем резче оказывается ночной минимум температуры. Еще значительнее разница в температурах на вырубке и в древостое. В условиях Урала на высоте 5 см она достигает 7,6 °С [20]. Наши наблюдения также подтверждают эти закономерности. Так, абсолютный минимум температур на свежей вырубке отмечен на поверхности напочвенного покрова (табл. 2).

Таблица 2

Период наблюдений	Абсолютный минимум температур, °С, на высоте, см				
	0	30	50	100	150
18.06 - 24.06	-2,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4
26.06 - 01.07	5,0	5,0	4,4	4,1	4,2
02.07 - 08.07	2,9	4,5	3,0	3,0	2,5
09.07 - 15.07	9,4	11,0	9,2	10,0	8,5
16.07 - 22.07	5,9	5,6	5,1	7,1	6,6
23.07 - 29.07	2,7	4,2	2,6	4,6	4,0
30.07 - 05.08	4,5	4,3	5,3	4,3	5,2
06.08 - 15.08	1,6	0,5	2,1	1,6	0,7

Таблица 3

Дата наблюдений	Величина заморозков, °С					
	Пласт при расстоянии от осушителя, м			Целина при расстоянии от осушителя, м		
	7	30	60	7	30	60
17.05	-0,6	-0,4	0,3	-3,4	-6,1	-1,6
20.05	-0,4	-0,4	-0,1	-4,3	-4,0	-2,4
22.05	-1,3	-1,4	-1,4	-2,4	-2,4	-1,9
23.05	-0,5	-0,2	0,6	-0,8	-1,0	-1,3
24.05	-0,7	-0,7	-0,6	-2,8	-2,0	-1,1
25.05	-1,3	-1,0	-0,3	-4,4	-4,0	-2,6
26.05	-0,6	-0,2	0,0	-3,8	-3,4	-1,9

Для древесных растений таежной зоны наиболее опасны не зимние морозы до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, а поздневесенние и летние заморозки, которые на вырубках северной и средней тайги наблюдаются ежегодно.

В табл. 3 приведены величины заморозков в 1989 г. на осушенном переходном болоте средней подзоны тайги, из которой видно, что в мае, июне на поверхности почвы они наблюдались почти ежедневно. При понижении температуры до $-3...-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ резко падает выживаемость всходов сосны обыкновенной [26], повреждаются растущие побеги ели [25]. Заморозки до $-7...-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ на вырубках таежной зоны вызывают сильные повреждения растущих побегов, хвои, камбиальных клеток у большей части елового подроста [18].

При массовом обследовании производственных культур ели на северо-востоке европейской части России В.В. Ларин [12] отметил 39,1 % культур, у которых от заморозков пострадал верхушечный побег, 39,4 % полностью обмерзли.

Не менее опасны для молодых древесных растений и крайне высокие температуры. Даже в северной подзоне тайги в некоторые годы у поверхности почвы фиксировалась температура $50...60\text{ }^{\circ}\text{C}$, при которой погибает большинство активных клеток растений [11]. Всходы ели погибают при температуре $53...55$, камбий всходов и самосева сосны – при $58...60\text{ }^{\circ}\text{C}$ [16].

Таким образом, экстремальные температуры воздуха на сплошных вырубках отрицательно влияют на начальные этапы возобновления древесных пород, особенно хвойных [2], снижают жизнестойкость подроста и самосева, сохранившегося после рубки.

При таких условиях 70...80 % концентрированных вырубок Севера возобновляются березой и осиной с участием ели [6]. Например, на четырехлетней вырубке из-под ельника черничного учтено 240 шт./га самосева ели и 27 000 – березы. Все более широкие масштабы принимает смена хвойных пород лиственными. Например, за последние 20 лет в Вологодской области она произошла на 54,8 % площади вырубок. Причем к хвойным отнесены те молодняки, в составе которых только 3 единицы хвойных пород [22].

Искусственное лесовосстановление на Европейском Севере, хотя оно и достигло значительных объемов, вряд ли сможет при су-

ществующем положении дел в отрасли изменить общую направленность лесообразовательного процесса на рубках. Причиной являются слабая техническая вооруженность лесного хозяйства, недостаток лесокультурной техники, способной работать на захламленных переувлажненных рубках и коренным образом улучшать складывающиеся экологические условия, лесосеменная проблема и т.п.

Как справедливо отмечают И.В. Шутов, Е.Л. Маслаков, И.А. Маркова [23], при нехватке материальных ресурсов надо закладывать культур меньше, но таких, которые соответствовали бы самому смыслу этого слова.

Таким образом, концентрированные рубки на огромных площадях лесов Европейского Севера, особенно с применением тяжелой агрегатной техники, становятся основным фактором трансформирующего воздействия на лесные экосистемы, изменяющим их экологические условия. Для создания высокопродуктивных искусственных хвойных насаждений на таких площадях необходим самый высокий уровень агротехники создания и выращивания культур, опирающийся на коренное улучшение сложившихся лесорастительных условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Аникеева В.А., Кубрак Н.И., Чертовской В.Г. Радиационный режим в производных насаждениях – один из факторов восстановления и роста ели // Вопросы лесовосстановления на Европейском Севере. - Архангельск, 1976. - С.143-150. [2]. Беляев В.В., Елизаров Ф.П., Грабовский Г.П. Лесовозобновление рубок в межхозяйственных лесхозах Архангельской области // Матер. отч. сессии по итогам НИР за 1987 г. - Архангельск, 1988. - С.48-49. [3]. Беляев В.В., Козловский В.Д., Бахвалов Ю.М. О температурном режиме приземного слоя воздуха рубок разной давности // Матер. отч. сессии по итогам НИР/ АИЛиЛХ. - Архангельск, 1991. - С.22-24. [4]. Бобкова К.С., Артемов В.А., Галенко Э.П. Экологические основы повышения продуктивности лесов северной тайги // Науч. докл. Коми фил. АН СССР. - Сыктывкар, 1979. - С.46-54. [5]. Возобновление хвойных пород на рубках после ВТМ ЛП-49/ Н.И. Вялых, В.С. Серый, Н.Н. Пластинин, Т.Л. Петрова // Матер. отч. сессии по итогам НИР за 1987 г. - Архангельск, 1988. - С.46-47. [6]. Вялых Н.И., Гуштин В.А. Лесоводственно-экономическая оценка способов рубок главного пользования в лесах Европейского Севера // Матер. отч. сессии по итогам НИР/ АИЛиЛХ. - Архангельск, 1991. - С.36-38. [7]. Газизауллин А.Х., Сабиров А.Т. Деградация дерново-подзолистых почв под влиянием тяжелой лесозаготовительной техники в условиях Северного Поволжья // Тез. докл. УШ Всес. съезда почвоведов. Т.4. - Новосибирск, 1989. - С.134. [8]. Галенко Э.П. Фитоклимат и энергетические факторы продуктивности хвойного леса Европейского Севера. - Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1983. - 128 с. [9]. Гортинский Г.В. Климат и погодичная изменчивость метеофакторов // Структура и продуктивность еловых лесов южной тайги. - Л., 1973. - С.90-92. [10]. Изменение лесорастительных условий рубок при современных лесозаготовках / В.С. Серый, В.А. Аникеева, Н.И. Вялых, Н.И. Кубрак // Экологические исследования в лесах Европейского Севера. - Архангельск, 1991. - С.3-15. [11]. Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений. - М.: Гослесбумиздат, 1963. - 624 с. [12]. Ларин В.Б.

Естественное и искусственное лесовозобновление на концентрированных вырубках северо-востока европейской части СССР // Экология роста и развития сосны и ели на северо-востоке европейской части СССР: Тр. Коми филиала АН СССР. - Сыктывкар, 1979. - № 44. - С.5-23. [13]. Ларин В.Б., Паутов Ю.А. Формирование хвойных молодняков на вырубках. - Л.: Наука. Ленигр. отд-ние, 1989. - 143 с. [14]. Лесоводственно-экологическая и экономическая оценка антропогенного воздействия на лесные биогеоценозы и их регулирование на Европейском Севере/ В.А. Аникеева, Н.И. Вялых, Г.А. Чибисов и др. // Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие: Междунар. симп., Архангельск, 16-26 июля 1990 г. Ч. 4. - М., 1990. - С. 49-61. [15]. Лесовосстановительные процессы при разных способах рубок и технологиях лесосечных работ/ Н.И. Вялых, В.А. Аникеева, З.И. Гулая, В.С. Серый // Матер. отч. сессии по итогам НИР за 1989 г. - Архангельск, 1990. - С. 37-38. [16]. Мелехов И.С. Лесоведение. - М.: Агропромиздат, 1980. - 406 с. [17]. Маркова И.А. Агротехника и технология создания высокопродуктивных культур ели и сосны промышленными методами на северо-западе РСФСР: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. - Л., 1989. - 40 с. [18]. Ниллов В.Н., Чертовской В.Г. О действии заморозков на подрост ели // Экология. - 1975. - № 4. - С.47-52. [19]. Первичная продуктивность лесов зеленомошной группы типов в условиях северной подзоны тайги/ К.С. Бобкова, Л.А. Верхованцева, Э.П. Галенко и др. // Экологические исследования природных ресурсов севера Нечерноземной зоны. - Сыктывкар, 1977. - С.60-70. [20]. Протопопов В.В. Влияние температуры приземного слоя воздуха и почвы на концентрированных лесосеках на возобновление ели // Лесн. хоз-во. - 1953. - № 5. - С. 45-49. [21]. Прудов В.Н., Серый В.С. Изменение почвы под влиянием лесозаготовительной техники // Диагностика деградации и воспроизводство лесных почв: Тез. докл. конф. - Тарту, 1987. - С.69-70. [22]. Тюрин Е.Г., Корякин В.В. О восстановлении лесов в Вологодской области // Лесн. хоз-во. - 1989. - № 3. - С.32-34. [23]. Шутов И.В., Маслаков Е.Л., Маркова И.А. Основные направления лесовосстановления в таежной зоне европейской части страны // Лесн. хоз-во. - 1991. - № 7. - С.26-29. [24]. Ярков В.И. Механизация лесовосстановительных работ // Леса и лесное хозяйство Архангельской области. - Архангельск, 1988. - С.62-73. [25]. Cannel M.G.R., Shepperd L.J. Seasonal changes in the frost hardiness of *Picea sitckensis* in Scotland // Forestry. - 1982. - 55, № 2. - P. 433 - 440. [26]. Rikala Risto, Repo Tapani. Frost resistance and frost damage in *Pinus sylvestris* seedlings during shoot elongetion // Scand. J. For. Res. - 1987. - 2, N 4. - P. 433 - 440.

Поступила 21 декабря 1994 г.

УДК 630*453

А. В. ЛЕБЕДЕВ

Архангельский государственный технический университет

Лебедев Александр Васильевич родился в 1953 г., окончил в 1976 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и защиты леса Архангельского государственного технического университета. Имеет более 30 печатных работ в области исследования патологии и устойчивости хвойных древостоев.



ПОКАЗАТЕЛИ АКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕКОМЫХ-КСИЛОФАГОВ В ЕЛЬНИКАХ

На основе результатов исследований в ельниках зеленых зон Москвы, Вологды, Архангельска составлена классификация показателей активной деятельности насекомых-ксилофагов. Даны подробная характеристика всех диагностических показателей, их детальный сравнительный анализ и рекомендации лесохозяйственному производству.

Based on investigation results in spruce forests of green areas of Moscow, Vologda and Archangelsk, the classification chart of xylophage-insects activity indices has been made. A detailed characteristic of all the diagnosis indicators, the detailed comparative analysis and recommendations to the forestry have been given.

В системе мероприятий по улучшению качества и повышению биотической устойчивости древостоев важное место занимают санитарные рубки [2, 12, 13]. В связи с этим не вызывает сомнений необходимость совершенствования лесоводственной оценки контактов деревьев с насекомыми-ксилофагами. Результаты изучения энтомоустойчивости деревьев ели и разработки методов диагностики их состояния приведены в специальной литературе [1, 3, 4, 10, 11, 14-16], но рассматриваемая проблема по-прежнему остается актуальной.

На основе данных исследований в ельниках зеленых зон Москвы, Вологды, Архангельска [5-8] нами составлена классификация показателей активной деятельности насекомых-ксилофагов. Она может быть использована при организации мониторинга состояния лесов, а также при проведении санитарно-оздоровительных мероприятий в них. Все энтомоиндикаторы условно разделены на 4 группы по-

казателей: 1) неудачного нападения; 2) успешного поселения; 3) дополнительного питания; 4) личиночного питания [9]. Приводим характеристику этих показателей и рекомендации по их использованию в лесоводственной практике.

1. К показателям неудачного нападения ксилофагов относятся: смоляные желваки и потеки, мертвые насекомые в живице, засмоленные энтомоповреждения, покинутые маточные ходы.

Выделение живицы из стволов ели представляет собой защитную реакцию, препятствующую успешному поселению ксилофагов. Поэтому следы попыток поселения являются важным фактором жизнестойкости деревьев. Так, характерный признак неудачного нападения лубоеда-дендроктона – наличие желваков на корневых лапах и в зоне толстой коры ели, поскольку жуки этого вида не различают деревья по физическим свойствам живицы. Жуки типографа и двойника не могут проникнуть под кору деревьев ели, обладающих высоким давлением живицы. Если же они вгрызаются под кору, то погибают в смоле, выступающей из погрызов. При массовых атаках короедов на коре жизнестойких елей остаются целые потоки смолы, называемые «плачем дерева», причем по этому признаку можно судить также о численности вредителя в насаждении. Если нет очагов массового размножения, попытки заселения деревьев на корню типографом являются вынужденными, в связи с недостатком ослабленных елей, причем весной этот вид заселяет свежий отпад, а летом – живые растения.

Попытки поселения служат косвенным показателем ослабления, которое в одном случае может быть обратимым, а в другом ослабленные неудачными атаками ели заселяются ксилофагами в том же или следующем году. Характерным признаком неудачной атаки является наличие мертвых короедов (типограф, гравер, двойник, полиграф) в живице на поверхности ствола, а также рогахвостов, застрявших яйцекладами в коре ели. Жуки типографа и двойника могут проникать под кору жизнестойких деревьев, но в период создания брачных камер, спаривания и прокладки маточных ходов заливаются живицей. Типограф и двойник гораздо чаще погибают в живице, чем дендроктон, у которого надкрылья покатые, что позволяет жукам успешно освобождаться от налипшей на тело смолы.

Дендроктон крупнее других короедов, что также способствует успешному преодолению механического действия живицы и поселению в зонах ствола даже с интенсивным смоловыделением. Важными признаками неудавшихся попыток поселения усачей, смолевок и рогахвостов являются смоловыделения из насечек, ямок, уколов и последующее залечивание повреждений, сопровождаемое гибелью яиц. Заживление ранений живицей может наблюдаться при повреждениях елей типографом и двойником, что обусловлено способностью ослабленных, но вполне жизнестойких деревьев усиливать защитные реакции.

Характерным признаком неудачного нападения являются покинутые маточные ходы, когда условия под корой неблагоприятны для развития короедов: при избыточном засмолении ходов, отмирающем буром лубе или его иссушении. Так, при высокой устойчивости дерева лубоед-дендроктон повреждает его без откладки яиц и

ель успешно оправляется от ранений, а жуки переходят на другие деревья. Типограф и двойник покидают маточные ходы в случае несоответствия условий питания под корой экологическим требованиям насекомых: недостаточная влажность луба, проявление остаточных репеллентных свойств живицы и низкие вкусовые качества кормового субстрата. Показатели неудачного нападения являются косвенным индикатором ослабления деревьев ели, которые следует брать под наблюдение.

2. К показателям успешного поселения ксилофагов относятся: смоляные воронки и пятна, входные отверстия и буровая мука, взрослые насекомые, откладывающие яйца, нормальные маточные ходы.

Деревья ели, успешно атакованные лубоедом-дендроктоном, легко обнаружить по типичным светло-коричневым воронкам или сосулькам, состоящим из смеси живицы с буровой мукой. Образование воронок, вызванное способностью самок дендроктона выбрасывать живицу на поверхность ствола, нередко совпадает с готовностью площадки для откладки яиц. При откладке яиц еловой смолевкой живица выделяется и застывает на коре ели пятнами, что является показателем близкой гибели дерева при участии короедов. Важными признаками заселения елей могут служить округлые входные отверстия короедов ($D = 1...3$ мм) в коре ели, а также незасмоленные ямки смолевки и насечки усачей с отложенными в них яйцами. Входные отверстия дендроктона чаще всего расположены вблизи затесок, ошмыгов, морозобойных трещин, огневых и солнечных ожогов, а уколы рогахвостов – выше или ниже механических повреждений аналогичного типа. При проникновении дендроктона под кору ели из входных отверстий может высыпаться стружкообразная белая буровая мука, так как самка выгрызает площадки в лубе, затрагивая заболонь.

Входные отверстия, которые проделывают типограф и двойник, часто скрыты под чешуйками коры и нередко находятся на большой высоте, но их расположение можно обнаружить по скоплениям под ними буровой муки. Она часто осыпается из входных отверстий вниз по стволу, частично задерживается чешуйками коры и скапливается у основания заселенного дерева.

При поисках выбросов буровой муки особое внимание следует обращать на нижнюю часть зоны переходной коры, откуда нередко начинается заселение ели типографом и двойником. Затруднения обычно возникают при выявлении деревьев, свежезаселенных полиграфом, так как буровая мука выбрасывается из входных отверстий только в начале прокладки ходов, а затем остается в самих ходах. Гравер, как правило, очищает маточные ходы почти до полного их развития, причем выбрасываемая кучками буровая мука является надежным опознавательным признаком. Цвет буровой муки характеризует глубину прокладки маточного хода, типичную для каждого вида короеда: светло-коричневый – у дендроктона, красновато-желтый – у типографа и двойника, красновато-бурый – у полиграфа, желтовато-бурый – у гравера.

Характерным показателем успешного заселения деревьев ели являются сами беспрепятственно откладывающие яйца взрослые ксилофаги, видовые признаки которых важно знать без определителя. Морфологические особенности наиболее распространенных видов стволовых вредителей ели подробно охарактеризованы в специальной литературе, поэтому мы на них не останавливаемся.

Надежным диагностическим признаком служат нормальные маточные ходы, формы которых изменяются соответственно видам короедов, но для каждого из них остаются всегда постоянными. Так, у типографа маточные ходы прямые, продольные (длиной 5...18 см), а у двойника не всегда прямые, несколько уже и короче (длиной 3...12 см), чем у жуков предыдущего вида. Ходы типографа на стоящих деревьях отходят от брачной камеры вверх и вниз всегда параллельно друг другу, обычно их не более 4 шт. У полиграфа и гравера маточные ходы сложные звездчатые (длиной 2...5 см), а брачные камеры, как правило, расположены в толще коры. Однако у первого на внутренней поверхности коры видны лишь окончания маточных ходов, а у второго маточные ходы резко отпечатываются на заболони. У полиграфа ходы (до 5 шт.) извилистые, почти не очищенные от буровой муки, а у гравера дугообразные (до 7 шт.) и обычно очищены. Маточный ход успешного поселения дендроктона имеет вид короткого широкого канала (длиной 4...5 мм), глубоко проникает в заболонь, засмолен и расширяется в полость, заполненную буровой мукой. Если перечисленные признаки носят в пределах дерева массовый характер, то такие экземпляры необходимо назначать в санитарную рубку. При локальных повреждениях в зоне толстой коры деревья с такими признаками целесообразно лечить, а экземпляры с местными повреждениями в других районах ствола следует брать под наблюдение.

3. К показателям дополнительного питания ксилофагов относятся: жуки на стволе, в кроне и под корой, капли и подтеки живицы, неправильные ходы под корой и в коре, поврежденные элементы кроны.

Первым опознавательным признаком дополнительного питания ксилофагов являются сами молодые жуки: смолевка на стволе в районах тонкой и гладкой коры, черные усачи в кроне на тонких веточках, короеды под корой в минных ходах. Еловая смолевка оставляет капельки, струйки или обильные подтеки прозрачной живицы в области тонкой коры, что надежно свидетельствует об ослаблении дерева и близком его отмирании.

Специфичны разнообразные неправильные ходы молодых жуков под корой деревьев ели. Так, жуки дендроктона точат в лубе длинный минный ход, в результате вокруг полости размножения образуется сложная сеть таких ходов. Молодые жуки типографа и двойника, продолжая разьедание луба, прокладывают под корой короткие минные ходы неправильной или рогаобразной формы. Полиграф и гравер проходят дополнительное питание в местах отрождения, неравномерно расширяя куколочные колыбельки и протачивая под корой беспорядочные ходы. Жуки черных усачей скусывают хвоинки в кронах деревьев, «стригут» побеги и выгрызают участки луба у тонких веток. Характерными чертами таких повреждений являются:

продольное оголение древесины веток, пожелтение хвои на усыхающих от погрызов побегах и опад молодых побегов и веток. В период дополнительного питания повреждения коры ветвей в виде ямок могут наносить молодые жуки смолевки, а в виде небольших полос-тей - гравера и полиграфа. Деревья со следами дополнительного питания еловой смолевки и короедов следует назначать в санитарную рубку. Экземпляры ели с элементами кроны, поврежденными черными хвойными усачами, целесообразно брать под наблюдение.

4. В состав показателей личиночного питания ксилофагов входят: буровые опилки и стружка, личинки под корой и в древесине, ходы личинок в коре и под корой, ходы личинок в заболони и ложном ядре.

Признаками наличия в стволах ели личинок черных усачей служат крупные буровые опилки (размером 30...40 мм) и стружка (длиной 30...60 мм), выбрасываемые личинками наружу через овальные отверстия в коре. Подобные буровые выбросы могут наблюдаться около входных отверстий жуков дендроктона, однако их легко отличить по выделению живицы вслед за появлением стружки. Существенным признаком успешного освоения кормового субстрата являются сами личинки ксилофагов ели. Морфологические особенности личинок наиболее распространенных видов стволовых вредителей ели детально рассмотрены в специальной литературе, и мы их в статье не приводим. Надежными диагностическими признаками являются ходы личинок разных насекомых-ксилофагов в коре, заболони и ложном ядре ели, поэтому важно знать отличительные черты этих ходов. Так, личиночные ходы смолевки расходятся от места яйцекладки лучеобразно, типографа - от маточных ходов строго поперек стволов или с некоторым изгибом. У типографа ходы обычно частые, слегка извилистые, сравнительно длинные (до 70 мм), у двойника более извилистые, относительно короткие (до 40 мм), у гравера густые, продольные, короткие (до 30 мм) и заканчиваются в толще коры, у полиграфа более редкие, спутанные длинные (до 50 мм), с концами, отпечатывающимися на внутренней поверхности коры и заболони. Личиночные ходы дендроктона представляют собой небольшие (до 12 см²) сильно засмоленные дланеобразные площадки под корой, усачей-тетропиумов - небольшие неправильные площадки и извилистые ленты, черных усачей - большие неправильные площадки с захватом заболони. У черных еловых усачей личиночные ходы глубокие (до 85 см), уходящие в древесину, скобовидные, освобожденные от буровых опилок, с овальными входными отверстиями; у усачей-тетропиумов неглубокие (до 8 см), уходящие в заболонь, крючкова-тые, заполненные буровой мукой, с эллипсовидными входными отверстиями. Простые личиночные ходы малого хвойного рогахвоста, обычно освобождаемые от буровой муки, отличаются от сложных Г-образных ходов большого хвойного рогахвоста, плотно забитых буровой мукой. Если перечисленные признаки носят массовый характер в пределах дерева, то такие экземпляры ели следует вырубать незамедлительно. При местных повреждениях в нижней части деревьев возможно их лечение, а в случае личиночного питания в средней и верхней зонах необходим контроль за состоянием стволов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Васечко Г.И. Взаимодействие короедов с кормовыми деревьями // Итоги науки и техники. Сер. Энтомология. - М., 1981. - Т.5. - С.3 - 139. - (ВИНИТИ). [2]. Воронцов А.И. Патология леса. - М.: Лесн. пром-сть, 1978. - 170 с. [3]. Ильинский А.И. Вторичные вредители сосны и ели и меры борьбы с ними // Сб. работ по лесн. хоз-ву/ ВНИИЛМ. - М.; Л.: Гослесбумиздат, 1958. - Вып. 36. - С.178 - 228. [4]. Катаев О.А. Короеды и усыхание еловых лесов // Сб. докл. на 29-м чтении памяти Н.А. Холодковского. - Л.: Наука, 1977. - С. 22-43. [5]. Лебедев А.В. Энтомоустойчивость ели европейской в рекреационных лесах Московской области: Автореф. дис...канд.биол.наук. - Воронеж, 1983. - 22 с. [6]. Лебедев А.В. Стволовые вредители в рекреационных ельниках и диагностика устойчивости деревьев // Современные проблемы рекреационного лесопользования. - М.: Наука, 1985. - С. 105-106. [7]. Лебедев А.В. Пороги устойчивости деревьев ели к насекомым-ксилофагам // Достижения науки и передового опыта защиты леса от вредителей и болезней. - М.: ВНИИЛМ, 1987. - С. 90-91. [8]. Лебедев А.В. Живичная индикация устойчивости деревьев ели к короеду-типографу // Лесн. журн. - 1991. - № 1. - С. 18 - 22. - (Изв. высш. учеб. заведений). [9]. Лебедев А.В. Лесоводственная оценка контактов деревьев ели со стволовыми насекомыми // Экологические проблемы региона и основные направления рационального природопользования, расширенного воспроизводства природных ресурсов. - Архангельск: Ин-т экологич. проблем Севера, 1991. - С. 4-5. [10]. Мамаев Б.М. Биология насекомых-разрушителей древесины // Итоги науки и техники. Сер. Энтомология. - М., 1977. - Т.2. - 213 с. - (ВИНИТИ). [11]. Маслов А.Д., Кутеев Ф.С., Прибылова М.В. Стволовые вредители леса. - М.: Лесн. пром-сть, 1973. - 144 с. [12]. Маслов А.Д., Ведерников Н.М., Андреева Г.И. Защита леса от вредителей и болезней: Справочник. - М.: Агропромиздат, 1988. - 414 с. [13]. Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. - М.: Лесн. пром-сть, 1984. - 152 с. [14]. Огибин В.Н. Насекомые-ксилофаги лесов Европейского Севера и борьба с ними. - Архангельск: АИЛиЛХ, 1989. - 26 с. [15]. Положенцев П.А. Живица ели и ее энтомотоксичность // Науч. тр. ВСХИ. - Уфа, 1947. - Т.5, вып. 2. - С. 169-184. [16]. Положенцев П.А. Об условиях заселения деревьев вторичными вредителями // Науч. зап. ВЛХИ. - Воронеж, 1950. - Т.2. - С. 155-168.

Поступила 2 марта 1994 г.

УДК 630*425:630*443

Ю.А.КАЙТЕРА, А.Л.ФЕДОРКОВ, Р.Е. ЯАЛКАНЕН

Институт леса Финляндии (г. Рованиemi)
Архангельский институт леса и лесохимии (г. Мончегорск)



Юха Кайтера родился в 1962 г., окончил в 1990 г. Университет Хельсинки, научный сотрудник исследовательской станции (г. Рованиemi) Института леса Финляндии. Имеет 25 печатных работ в области лесной фитопатологии.

Федорков Алексей Леонардович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий Мурманской региональной научно-исследовательской лабораторией Архангельского института леса и лесохимии. Имеет около 20 печатных работ в области лесной генетики и селекции, изучения патологии лесов при загрязнении окружающей среды.



Ристо Яалканен родился в 1953 г., окончил в 1978 г. Университет Хельсинки, защитил докторскую диссертацию в 1986 г., старший научный сотрудник исследовательской станции (г. Рованиemi) Института леса Финляндии. Имеет 177 печатных работ в области лесной фитопатологии.



РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОБЕГОВОГО РАКА ПО ГРАДИЕНТУ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ И ФИНСКОЙ ЛАПЛАНДИИ*

Изучено поражение сосны обыкновенной побеговым раком в зависимости от суммы температур, высоты над уровнем моря, концентрации сернистого газа в воздухе и расстояния от источника эмиссий.

The distribution of Scots pine damage caused by canker depending upon temperature sum and SO₂ content in the air, the elevation of the plot and the distance from the source of emissions has been studied.

Побеговой рак (*Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet) является довольно хорошо известным патогеном сосны (*Pinus sylvestris* L.) и распространен по всей Фенноскандии [1, 8, 14]. Серьезные эпифитотии наблюдались главным образом в культурах сосны [1, 13, 19], тогда как в естественных сосняках они отмечены только в северной Финляндии [8]. Повреждение сосняков естественного происхождения на Кольском полуострове – явление довольно редкое [11], но очаг был недавно обнаружен на территории Лапландского биосферного заповедника [12]. Известно, что деятельность крупного медно-никелевого комбината в этом районе привела к масштабному загрязнению среды SO₂, Ni, Cu и повреждению лесов на значительных площадях [3, 4].

* Работа проведена при финансовой поддержке Министерства сельского и лесного хозяйства и Института леса Финляндии, а также Федеральной службы лесного хозяйства России и Архангельского института леса и лесохимии. Авторы выражают благодарность д-ру У.-П. Туовинен за предоставление данных о содержании сернистого газа в воздухе по пунктам, расположенным на градиентной линии, и д-ру с.-х. наук В.Ф. Цветкову за содействие в проведении исследований.

Цель нашей работы – изучить повреждение сосны *Gremmeniella abietina* по градиенту загрязнения от г. Мончегорска (Россия) до западной Лапландии (Финляндия). Учитывали также повреждения, вызванные другими патогенами.

При лесопатологическом обследовании были использованы 15 мониторинговых пробных площадей, заложенных в ходе реализации научного проекта «Повреждение лесов Лапландии» [16]. В 15 пунктах вдоль ходовой линии через каждые 50 м закладывали временные круговые пробные площадки в сосновых насаждениях. Число площадок колебалось от 12 до 30, площадь от 100 до 300 м² в зависимости от густоты насаждений. Повреждение каждого дерева сосны на площадке оценивали в процентах по классификации Уотила [18]. В целом для площадки повреждение оценивали по классификации Хопкинс и др. [7]: NI – здоровое; LI – слабо инфицированное; MI – средне инфицированное; HI – сильно инфицированное; SI – очень сильно инфицированное насаждение.

На каждой площадке срезали самую нижнюю растущую ветвь в восточной части кроны у среднего по диаметру дерева сосны. Анализ повреждений ветвей выполняли в лабораторных условиях. На ветвях первого порядка подсчитывали число рубцов и язв, вызванных побеговым раком [9]. Язвы достигают сердцевины побега, что определяется на срезе. Дополнительным признаком в идентификации инфекции является зеленовато-желтый цвет древесины под язвой [2]. Северная граница распространения соснового вертуна (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.), также образующего язвы на сосне, проходит южнее района исследований [1].

При анализе ветвей считали, что язвы и рубцы образуются в год инфекции, хотя они становятся видимыми лишь в следующем вегетационном периоде. Предполагали, что латентные инфекции крайне редки, поэтому поражаются только самые молодые побеги. Подсчитывали все замены лидирующего побега на ветвях первого порядка, чтобы установить поражение побегов без образования язв и рубцов. Определяли также число ходов, образованных *Tomicus* spp. в побегах [10]. Год гибели ветвей находили подсчетом годичных колец на срезax под микроскопом.

Статистическая обработка полученных данных проведена на ЭВМ с использованием стандартного пакета программ SAS [6]. При определении коэффициентов ранговой корреляции Спирмэна учитывали следующие переменные: расстояние от источника эмиссий, среднюю многолетнюю сумму температур выше + 5 °С, содержание сернистого газа в воздухе [17], высоту над уровнем моря, среднемесячную сумму осадков за май – сентябрь и среднее число деревьев, поврежденных ступенчатым раком сосны (*Lachnellula pini* (Brunch.) Dennis) (от 0 до 11 % деревьев), смоляным раком сосны (*Peridermium pini* (Pers.) Lev.) (от 0 до 9 % деревьев) и заселенных лубоедами рода *Tomicus* (от 0 до 3 % деревьев).

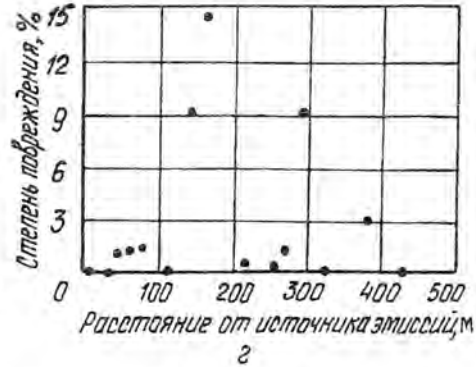
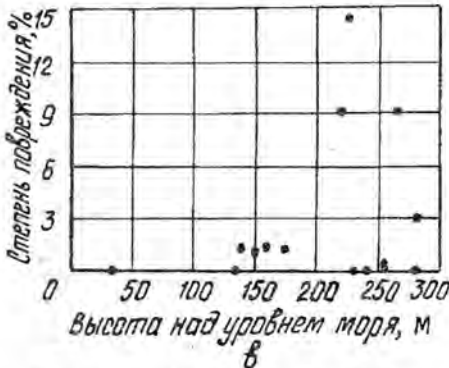
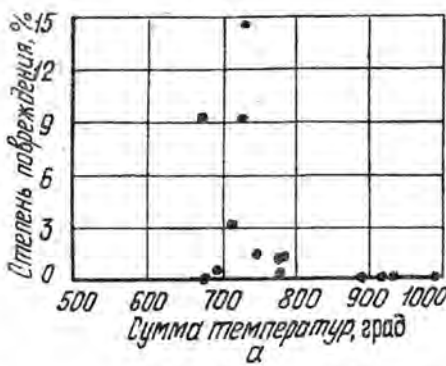
Обследование насаждений с использованием классификации Хопкинс и др. [7] не показало повреждения насаждений *G. abietina* на 11 постоянных пробных площадях в Российской и Финской

Пункт	Процент деревьев, поврежденных побеговым раком в различной степени, %										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Мончегорск	402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Имандра	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пиренга	728	64	10	2	0	0	0	0	0	0	0
Уполокша	446	58	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Ена	348	29	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Ковдор	649	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Аниярви	59	51	22	11	0	0	0	1	0	0	0
Локка	424	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Сатси	92	88	28	22	11	4	1	7	1	0	14
Аска	250	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Нуттио	119	55	35	24	5	1	2	2	2	0	3
Муонио	177	83	4	0	1	0	0	0	0	0	0
Кемиярви	447	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Теннила	475	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кеминмаа	276	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Лапландии, однако в пунктах Сатси, Аниярви, Нуттио и Муонио древостои были повреждены соответственно на 77, 59, 53 и 17 % временных пробных площадок. В пунктах Пиренга, Уполокша и Ена повреждено патогеном соответственно 9, 13 и 9 % деревьев, в остальных трех пунктах Кольского полуострова и одном в северной Финляндии таких деревьев не было (см. таблицу). Доля поврежденных деревьев в северной Финляндии была больше. На Кольском полуострове варьирование составило 0 ... 10 %, в северной Финляндии 0 ... 60 %.

Анализ повреждений ветвей показал, что образование язв носило случайный характер. Оно было отмечено только в пунктах Пиренга, Ена, Уполокша, Аниярви, Муонио и Кеминмаа и не являлось длительной эпифитотией. Частота замен лидирующего побега в 13 пунктах составила от 0,04 до 0,08 на один побег и лишь в пунктах Имандра и Уполокша 0,12 и 0,20. Некоторое увеличение замен лидирующего побега отмечалось в 1970-х и 1980-х гг. на Кольском полуострове и в северной Финляндии, но оно не было связано с каким-либо определенным годом. Заселение деревьев лубоедами наблюдалось в 1969, 1974 и 1982 гг. в пунктах Аниярви, Нуттио и Сатси.

Корреляционный анализ показал наличие достоверной отрицательной связи между степенью повреждения по шкале Уотила [18] и среднегодовой суммой эффективных температур выше + 5 °C ($r = -0,569$, $p = 0,027$, рис. а), а также содержанием сернистого газа в воздухе ($r = -0,558$, $p = 0,048$, рис. б), тогда как связь с высотой над уровнем моря ($r = 0,086$, $p = 0,761$, рис. в), расстоянием от источника промышленных эмиссий ($r = 0,173$, $p = 0,538$, рис. г) или среднемесячной суммой осадков за май – сентябрь была недостоверной. Нет достоверной связи между степенью повреждения и долей деревьев, пострадавших от *L. pini* или *P. pini* ($r = 0,141$, $p = 0,616$), заселенных жуками *Tomicus* spp. ($r = 0,412$, $p = 0,127$).



Зависимость степени повреждения деревьев побеговым раком от суммы температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ (а), концентрации сернистого газа в воздухе (б), высоты над уровнем моря (в) и расстояния от источника эмиссий (г)

Итак, в распространении повреждений побеговым раком наблюдается большая изменчивость как между пунктами, в которых проведено обследование, так и по линии закладки временных пробных площадок. Это, вероятно, вызвано приуроченностью патогена к соснякам на возвышенностях [19] и насаждениям, растущим в неблагоприятных условиях [5, 8, 15]. Как и ожидалось [11], не обнаружено признаков серьезных повреждений сосняков побеговым раком на Кольском полуострове. Ограниченное количество образцов ветвей не позволяет, однако, делать убедительные заключения об истории развития побегового рака на сосне по градиенту загрязнения. Метод отбора образцов ветвей, примененный в этой работе, не дает возможности собрать достаточный материал, чтобы определить слабые повреждения за пределами очагов инфекции.

Отрицательная корреляционная связь между содержанием сернистого газа в воздухе и повреждением сосны побеговым раком показывает, что промышленные эмиссии на Кольском полуострове вряд ли имеют отношение к эпифитотиям в восточной части Финской Лапландии [8]. Небольшое число пробных площадей, особенно при высоком уровне загрязнения, не позволяет пока делать вывод об ингибирующем влиянии загрязнения среды на развитие *G. abietina*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Крутов В.И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР. - Петрозаводск: КарФ АН СССР, 1989. - 208 с. [2]. Крутов В.И., Хансо М.Э. Побеговый рак (склеродерриоз) сосны: диагностика, профилактика и меры борьбы: Методич. указания. - Петрозаводск: КарФ АН СССР, 1989. - 14 с. [3]. Крючков В.В. Предельные антропогенные нагрузки и состояния экосистем Севера // Экология. - 1991. - № 3. - С. 28-40. [4]. Цветков В.Ф. Рост сосновых древостоев в условиях аэротехногенного загрязнения на Кольском полуострове // Лесн. хоз-во. - 1991. - № 5. - С. 20-22. [5]. Aalto-Kallonen T., Kurkela T. Gremmeniella disease and site factors affecting the condition and growth of Scots pine. - *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*, 1985. - N 126. - 28 p. [6]. Anonymous. SAS/STAT User's Guide, Vers. 6, Fourth Edition, Vol. 2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989. - 846 p. [7]. Hopkins P.F., Abrahamson L.P., Johnson W.L. Detection and classification of *Scleroderris* canker in pine stands using aerial photography / State University of New York, College of Environmental Science and Forestry. - Syracuse, New York, 1979. - 71 p. [8]. Jalkanen R., Kaitera J. *Gremmeniella abietina* in eastern Lapland near Soviet industrial centres // P. Barklund, S. Livsey, M. Karlman & R. Stephan(eds.). Shoot diseases of conifers. - Proc. IUFRO «Canker and shoot blight of conifers», Garpenberg, Sweden, 10-15 June 1991. - Uppsala, 1993. - P.73-77. [9]. Kaitera J., Jalkanen R. Disease history of *Gremmeniella abietina* in a *Pinus sylvestris* L. stand // *European Journal of Forest Pathology*. - 1992. - N 22. - P. 371-378. [10]. Kaitera J., Jalkanen R. The history of shoot damage by *Tomicus* spp. (*Col.*, *Scolytidae*) in a *Pinus sylvestris* stand damaged by *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet // *Journal of Applied Entomology*. - 1994. - N 117. - P. 307-313. [11]. Krutov V. *Gremmeniella abietina* in NW Russia // R. Jalkanen, T. Aalto & M.-L. Lahti (eds.). Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors. - Extended SNS meeting in forest pathology in Lapland, Finland, 3-7 August, 1992. - 1993. - P. 123-127. [12]. Mikkola K. Laplandski Zapovednik erämaa tehtaan varjossa. Tutkimusmatka Lapin Luonnonpuistoon 14. - 25.8.1992. // *Pihkaposti*. - 1993. - N 1. - P. 22 - 30. [13]. Norokorpi Y. Männyn viljelytaimistojen tuhot Pohjois - Suomessa // *Metsä ja Puu*. - 1971. - N 4. - P. 23 - 26. [14]. Roll-Hansen F., Roll-Hansen H. *Scleroderris lagerbergii* in Norway. Hosts, distribution, perfect and imperfect state, and mode of attack // *Meddelelser fra det Norske Skogforsoksvesen*. - 1973. - N 124. - P. 439-459. [15]. Sairanen A. Site characteristics of Scots pine stands infected by *Gremmeniella abietina* in Central Finland. I. Mineral soil sites // *Acta Forestalia Fennica*. - 1990. - N 216. - 27 p. [16]. Tikkanen E., Mikkola K. The Lapland Forest Damage Project: multidisciplinary cooperation in environmental sciences // *Research into forest damage connected with air pollution in Finnish Lapland and the Kola peninsula of USSR*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja*. - 1991. - N 373. - P. 20-29. [17]. Tuovinen J.-P., Laurila T., Lättiä H. etc. Impact of the sulphur dioxide sources in the Kola peninsula on air quality in northernmost Europe // *Atmospheric Pollution*. Ser. A 27. - 1993. - P. 1379-1395. [18]. Uotila A. Siemenen siirron vaikutuksesta männyn versosyöpaälttiuteen Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: On the effect of seed transfer on the susceptibility of Scots pine *Ascoalex abietina* in southern and central Finland // *Folia Forestalia*. - 1985. - N 639. - 12 p. [19]. Uotila A., Jalkanen R. Taas runsaasti taimituhvoja pohjoisessa // *Metsälehti*. - 1982. - № 16. - P.12.

УДК 630*18:630*4

Т.И. КОВТУН

Воронежская государственная лесотехническая академия



Ковтун Татьяна Игоревна родилась в 1968 г., окончила в 1990 г. Житомирский государственный педагогический институт, аспирант кафедры экологии, защиты леса и лесного охотоведения Воронежской государственной лесотехнической академии. Направление научной деятельности – изучение влияния антропогенных факторов на популяции насекомых.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО БИОИНДИКАЦИИ ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Показана качественная и количественная представленность различных систематических и экологических групп насекомых, собранных на участках с различной антропогенной нагрузкой.

The qualitative and quantitative representation of different systematic and ecological groups of insects collected in the plots of different anthropogenic load has been revealed.

Нами изучена качественная и количественная представленность различных систематических и экологических групп насекомых на участках с различной степенью техногенной и антропогенной нагрузки.

Исследования проводили в 1991-1992 гг. в Воронеже. В качестве опытных были выбраны следующие участки:

№ 1 – часть парка, прилегающего к сельскохозяйственному институту. В этой части города нет промышленных предприятий, основными источниками антропогенного воздействия является автомобильный транспорт, а также вытаптывание напочвенного покрова;

№ 2 – в 40 км к западу от завода синтетического каучука. Главные источники техногенного воздействия – завод, непосредственно прилегающая к участку автомобильная трасса с интенсивным движением и, возможно, Воронежская гидроэлектростанция, расположенная к юго-западу от участка;

№ 3 – в 200 км к востоку от завода. Согласно розе ветров, его выбросы распространяются в направлении именно этого участка;

№ 4 – контрольный, не подверженный антропогенному и техногенному воздействию, сходный с ландшафтом и растительностью в Воронежском государственном заповеднике.

Участки подобраны с относительно сходным составом растительности, по характеру почв они несколько различны.

Насекомых собирали еженедельно на каждом из участков методом кошения энтомологическим сачком. Одна проба составляла 100 взмахов. Сбор производили с травянистого яруса, кустарника и нижней части древесного яруса (по 100 взмахов на каждом ярусе). По 25 взмахов выполняли по двум краям участка (наименее и наиболее удаленным от источника техногенного воздействия), 50 – в средней части участка.

Данные о качественной и количественной представленности различных систематических групп насекомых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Отряд	Количество семейств в отряде, % к общему количеству семейств на участках							
	1		2		3		4	
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
<i>Odonatoptera</i>	-	1,8	-	-	2,7	2,7	-	-
<i>Orthoptera</i>	-	-	2,4	2,3	2,7	2,3	3,7	2,0
<i>Homoptera</i>	8,1	7,5	9,7	9,0	8,3	11,6	7,5	8,1
<i>Hemiptera</i>	10,2	9,4	17,0	15,9	11,1	9,3	9,4	12,2
<i>Coleoptera</i>	20,4	22,6	9,7	9,0	16,6	18,6	24,5	22,4
<i>Neuroptera</i>	4,0	3,7	4,9	4,5	2,7	2,3	3,7	4,0
<i>Lepidoptera</i>	6,1	7,5	2,4	4,5	2,7	4,6	9,4	8,1
<i>Hymenoptera</i>	18,4	18,9	17,0	18,1	19,4	20,9	11,3	12,2
<i>Diptera</i>	26,5	24,5	36,5	36,3	33,3	27,9	30,1	28,5
<i>Dermaptera</i>	2,0	1,8	-	-	-	-	1,8	2,0
<i>Mecoptera</i>	4,0	-	-	-	-	-	-	-

Из таблицы видно, что на участках № 2 и 3, наиболее подверженных антропогенному воздействию, наблюдается значительное сокращение общего количества семейств. Наиболее значительно сокращается число семейств отрядов *Coleoptera*, *Lepidoptera* и, наоборот, повышается число семейств отрядов *Homoptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*.

В табл.2 представлены данные о процентном соотношении числа видов различных экологических групп (классификация групп дана по В.В. Яхонтову [2]). Приведены средние показатели учетов за 1991 и 1992 гг.

Из таблицы можно сделать следующие выводы. На участках № 2 и 3, наиболее подверженных антропогенному воздействию, значительно увеличивается доля фитофагов (в основном сосущих соки растений) и уменьшается доля сапрофагов и копрофагов. В результате здесь замедляется процесс редуцирования органических веществ и нарушается кругооборот веществ и энергии в экосистеме. Кроме того, значительно возрастает доля эвритошных видов. Это объясняется тем, что на участках, подверженных сильному техногенному воздействию, значительно колеблются условия окружающей среды. И, естественно, стенобионтные виды вымирают первыми, а освободившиеся экологические ниши занимают эврибионтные виды [1]. Таким образом, на участках № 2 и 3 наряду с уменьшением видового разнообразия

Таблица 2

Экологическая группа	Процент числа видов различных экологических групп на участках			
	1	2	3	4
Зоофаги	18,9	16,2	17,3	18,8
Фитофаги	58,5	60,0	58,6	54,1
Сапрофаги и копрофаги	7,5	11,6	6,5	16,6
Паразиты	13,2	11,6	15,2	10,4
Комменсалы	-	-	2,1	-
Некрофаги	1,8	-	-	-
Дендробионты	23,6	6,8	6,3	14,8
Хортобионты	34,5	36,3	46,8	35,1
Герпетобионты	9,0	11,3	6,3	11,1
Геобионты	1,8	4,5	4,2	3,7
Планофилы	3,6	-	2,1	1,8
Геофилы	1,8	4,5	2,1	3,7
Эпигеофилы	-	2,3	-	1,8
Эврибионты	20,0	29,5	25,5	24,0
Гидробионты	5,4	4,5	6,3	3,7

насекомых нарушается и оптимальная структура экосистемы. Ведь стабильны наиболее разнородные, сложные биоценозы [3].

Большая подверженность участков № 2 и 3 антропогенному влиянию подтверждается результатами химического анализа проб почвы и растительности на содержание тяжелых металлов, собранных на исследуемых участках. Подвижные формы В и Мо определяли фотокolorиметрически, а Cu, Zn, Pb, Mn и Co – атомно-абсорбционным способом. В табл. 3 приведены средние показатели анализов за 1991-1992 гг. (в числителе – содержание металлов в пробе почвы, в знаменателе – в пробе растительности).

Из таблицы видно, что концентрация практически всех тяжелых металлов наиболее высока на участке № 2 и особенно № 3.

Таблица 3

Номер участка	Содержание подвижных форм тяжелых металлов, мг / кг						
	В	Мо	Cu	Zn	Pb	Mn	Co
1	1,16	0,38	216	0,64	1,16	16,65	0,70
	14,4	0,93	365	2,46	1,65	154,5	1,16
2	0,35	0,25	1,92	1,2	1,5	7,7	0,75
	1,3	0,98	2,6	1,57	1,5	38,0	1,7
3	0,97	0,39	2,22	6,87	1,1	21,3	0,6
	18,7	1,28	4,7	1,42	2,2	44,0	1,05
4	0,7	0,37	1,15	0,6	0,4	15,6	1,09
	11,7	1,02	8,4	5,07	4,5	148,0	2,6

Таким образом, предварительные результаты исследований показывают, что на участках, наиболее подверженных антропогенному влиянию, происходит деградация биоценозов насекомых, что делает их более восприимчивыми к изменениям условий окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Клауснитцер Б. Экология городской фауны / Пер. с нем. - М.: Мир, 1990. - 246 с. [2]. Яхонтов В.В. Экология насекомых. - М.: Высш.шк., 1969. - 488 с. [3]. Southern H.N. The place of ecology in science and affairs // Proc. N. Z. Ecol. Soc. - 1965. - N 12. - P. 71 - 85.

Поступила 16 ноября 1994 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК. 625.144.001.2

С.И. МОРОЗОВ

Архангельский государственный технический университет



Морозов Станислав Иванович родился в 1929 г., окончил в 1952 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики Архангельского государственного технического университета, член-корреспондент РИАН, заслуженный деятель науки и техники РФ. Имеет около 140 печатных работ в области изучения устойчивости температурно-напряженного рельсового пути, закрепления его от угона рельсов, удара тел, применения ЭВМ при решении задач механики.

**РАСЧЕТ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ДИАПАЗОНА
УКЛАДКИ СВАРНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ**

Рассмотрена программа расчета на ЭВМ максимальной и минимальной температур длинных сварных рельсовых плетей. Дано описание программы и приведены примеры ее применения.

The computer-based calculation program of maximum and minimum temperatures of long welded rails has been considered. The program description and examples of its application are given.

Безаварийная эксплуатация температурно-напряженного железнодорожного пути на лесовозных УЖД возможна при укладке сварных рельсовых плетей в определенном температурном интервале, так как в средней части плети действуют довольно большие температурные сжимающие или растягивающие силы. Первые возникают в рельсах летом и создают опасность выброса рельсошпальной решетки. Вторые действуют зимой и в сочетании с поездной нагрузкой могут привести к разрыву рельсов. Во избежание появления критических состояний рельсошпальной решетки температурно-напряженный путь необходимо проверить на прочность и устойчивость.

Расчет на прочность выполняют по методике ЦНИИ МПС [4]. Критическую сжимающую силу $R_{кр}$, характеризующую устойчивость рельсошпальной решетки, определяют экспериментально [5] или аналитически [1, 2].

По результатам расчета на прочность и устойчивость находят максимальную ($t_{\text{укл. max}}$) и минимальную ($t_{\text{укл. min}}$) температуры укладки рельсовых плетей. Их разность равна температурному диапазону укладки Δt :

$$\Delta t = t_{\text{укл. max}} - |t_{\text{укл. min}}|. \quad (1)$$

Из практических соображений значение Δt нормируют по условию

$$\Delta t \geq 10 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (2)$$

Если оно выполняется, то рельсовые плети можно укладывать без ограничения длины. В случае его несоблюдения необходимо предусмотреть дополнительные меры по повышению прочности и устойчивости рельсошпальной решетки (увеличить плечо балластной призмы, число шпал на 1 км, применить более тяжелый тип рельсов и т.д.) или отказаться от укладки рельсовых плетей.

Методика расчета температурного диапазона укладки длинных сварных рельсов (рельсовых плетей) на лесовозных УЖД колеи 750 мм опубликована нами ранее [3]. В ее основу положена методика [5] с некоторыми уточнениями, учитывающими особенности конструкции и эксплуатации лесовозных УЖД. В отличие от [5] в методике [3] использован аналитический способ определения критической силы.

Для реализации этого способа на практике нами составлена (на языке Pascal) программа расчета значений $t_{\text{укл. max}}$ и $t_{\text{укл. min}}$ применительно к IBM совместимым ЭВМ. Алгоритм расчета разработан автором статьи, программа составлена и отлажена инж. А.В. Яросем. Программный продукт записан на дискете и может быть реализован различными потребителями.

Блок-схема расчета показана на рис. 1. Для проведения вычислений на ЭВМ необходимо знать следующие характеристики и параметры:

коэффициент постели шпал C , Н/см³, для различных типов балласта и его состояний;

геометрические размеры различных типов шпал (см);

геометрические характеристики различных типов рельсов (мм или см). Их значения приведены в любой справочной, учебной и технической литературе по верхнему строению железнодорожного пути);

коэффициент изгиба шпал α и коэффициент f_1 , учитывающий горизонтальный изгиб и кручение рельсов;

расчетные параметры, характеризующие воздействие подвижной нагрузки на путь: статическая нагрузка на колесо $P_{\text{ст}}$, Н; вес неподдрессоренной массы q , кН, отнесенный к одному колесу; жесткость комплекта рессор J_p , Н/мм, отнесенная к одному колесу; максимальный прогиб рессор Z , мм; расстояние между осями тележки a_1 , см; скорость движения поезда v , км/ч; параметры Q_0 , a , C_1 формулы

$$Q = Q_0 + C_1 v^a,$$

характеризующей сопротивление балласта поперечному сдвигу шпал.

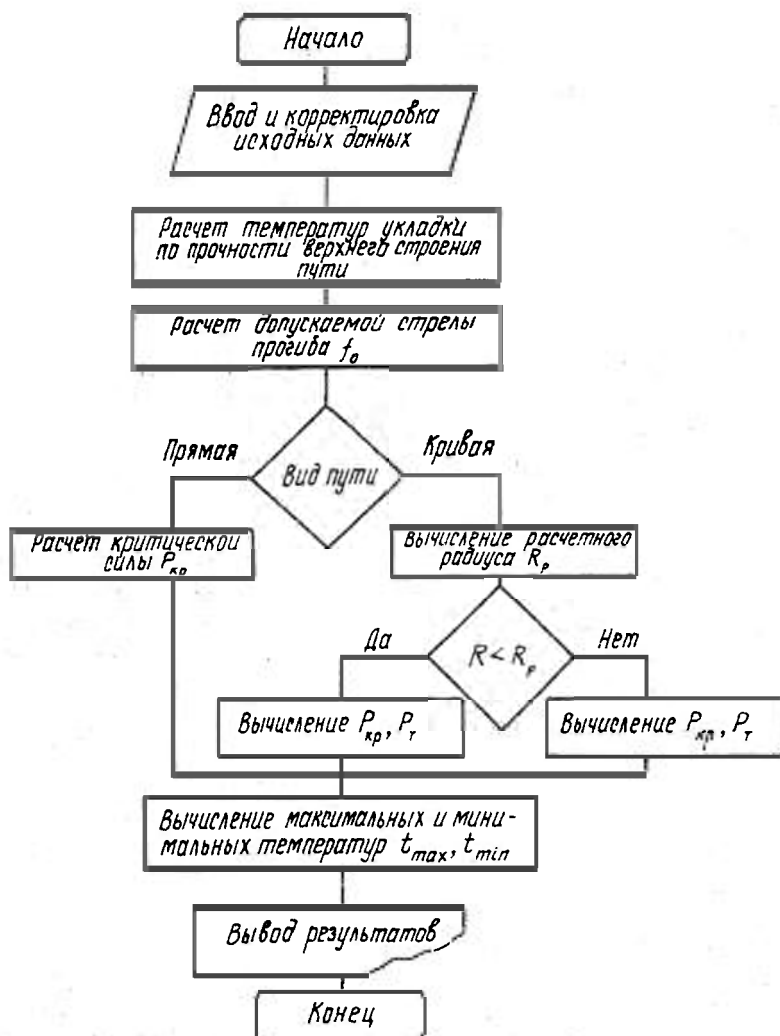


Рис. 1. Блок-схема программы

Все эти величины предварительно вводят в память ЭВМ и затем извлекают их с помощью "меню", представленного на рис. 2. Перемещая по экрану компьютера курсор в виде инвертированного (измененного) написания разделов меню, komponуют необходимую конструкцию железнодорожного пути. Дополнительно (по запросу на экране) вводят значения радиуса кривой, скорости движения поезда, числа шпал на 1 км пути, максимальной (летом) и минимальной (зимой) температуры рельсов.

После ввода последней величины ЭВМ автоматически переходит к вычислениям и одновременной распечатке результатов. Программа составлена таким образом, что она начинает работать только при включенном и подготовленном для печати принтере.

Программа
расчета температурных режимов укладки
сварных рельсовых плетей на железных дорогах колен 750 мм

Материал балласта	Вид шпал	Тепловоз	Вид пути
Песок мелкозернистый Песок среднезернистый Песок крупнозернистый Гравий 1-го сорта Гравий 2-го сорта Щебень	Деревянные Железобетонные	ТУ-6 ТУ-7 ТУ-76	Прямая Кривая
Свежеуложенный Плотный	Тип шпал IA IIA IIIA IB IIB IIIB	Максимальная температура рельса, град = 54 Минимальная температура рельса, град = - 45 Число шпал на 1 км пути, шт. = 1875	
Тип рельса P18 P24 P33		Скорость тепловоза, км/ч = 20	

[↑] [↓] – Выбор

[Enter] – Ввод

Рис. 2. Вид экрана

Пример распечатки для прямого участка пути при исходных данных, показанных в меню, приведен на рис.3.

Распечатка состоит из четырех блоков. В первом указаны исходные величины, для которых выполнен расчет. Во втором приведены результаты расчетов рельсов на прочность. Блок заканчивается определением допустимого изменения температуры рельсов по прочности подошвы и головки рельса. В третьем даны результаты расчета рельсошпальной решетки на устойчивость с распечаткой значений критической продольной сжимающей силы и стрелы прогиба в плане оси рельсошпальной решетки, при котором критическая сила минимальна. В четвертом блоке приведены значения максимальной и минимальной температур укладки.

В данном примере получено: $t_{укл.мах} = 20,5 \text{ } ^\circ\text{C}$, $t_{укл.мин} = 12 \text{ } ^\circ\text{C}$, т. е. $\Delta t_p = 8,5 \text{ } ^\circ\text{C}$. Расширение Δt_p реально возможно за счет увеличения плеча балластной призмы или числа шпал на 1 км пути. Программа расчета автоматически проверяет условие $\Delta t > 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ и при его невыполнении производит расчет пути на устойчивость при различных значениях плеча балластной призмы, увеличивая его нормативное значение ($h = 20 \text{ см}$) последовательно на 5 см. Значения минимальной температуры укладки, приведенные в конце расчета в табличной

Расчет

температурных режимов укладки сварных рельсовых плетей

1. Исходные данные:

Материал балласта _____ песок среднезернистый
 свежееуложенный
 Тип шпал _____ деревянные ИБ
 Тип рельса _____ Р24
 Тип нагрузки _____ ТУ-7
 Вид пути _____ прямая
 Число шпал на 1 км пути _____ 1625
 Скорость тепловоза, км/ч _____ 20,0
 Максимальная температура рельса, град.... 54,0
 Минимальная температура рельса, град _____ -45,0

2. Результаты расчета рельсов на прочность:

	Летом	Зимой
Модуль упругости подрельсового основания, Н/см ² _____	402,187	804,375
Коэффициент относительной жесткости основания и рельса, 1/см _____	0,0102	0,0122
Эквивалентная нагрузка на расчетное колесо, Н _____	47726,830	39064,646
Кромочные напряжения в подошве рельса, Н/см ² _____	15732,469	10828,310
Кромочные напряжения в головке рельса, Н/см ² _____	15214,979	

Допустимые изменения температуры:

По прочности подошвы (в зимних условиях) _____ 67,5 град
 По прочности головки (в летних условиях) _____ 43,3 град

3. Расчет рельсошпальной решетки на устойчивость:

Допускаемая стрела прогиба, см _____ 0,41
 Критическая сила $P_{кр}$, Н _____ 648794

4. Расчет температуры укладки рельсов:

Минимальная температура укладки, град _____ 12,0
 Максимальная температура укладки, град _____ 20,5

Изменение минимальной температуры укладки от ширины плеча балластной призмы

Плечо, см	25	30	35	40	45	50	55
$t_{укл.min}$, град	4,0	- 4,7	-	-	-	-	-

Рис. 3. Образец распечатки для прямого участка пути

форме, показывают, что достаточно принять $h = 25$ см. Тогда $t_{\text{укл. мин}} = 4$ °С, а $\Delta t_p = 16,5$ °С, что существенно выше нормируемого значения $\Delta t = 10$ °С.

Аналогично выполняют вычисления для участков сварного пути в кривых. Как показано на блок-схеме (см. рис. 1), в зависимости от расчетного радиуса кривой R_p (значение которого формирует ЭВМ для заданных расчетных параметров) возможны два варианта.

Если фактический радиус кривой R больше расчетного R_p , то поперечного сдвига рельсошпальной решетки до момента выброса не происходит и расчет критической силы $P_{\text{кр}}$ выполняют по одной группе формул. Если $R < R_p$, то перед выбросом происходит поперечный сдвиг рельсошпальной решетки наружу кривой и значение $P_{\text{кр}}$ находят по другой группе формул.

Влияние ширины балластной призмы на $P_{\text{кр}}$ рассмотрим на примере, распечатка результатов которого приведена на рис.4.

4. Расчет температуры укладки рельсов:

Минимальная температура укладки, град 36,5

Максимальная температура укладки, град ... 25,4

Изменение минимальной температуры укладки от плеча балластной призмы

Плечо, см	25	30	35	40	45	50	55
$t_{\text{укл. мин}}$, град	33,2	29,6	26,0	22,7	19,9	18,0	17,2

Рис.4. Образец распечатки четвертого блока для кривой радиусом 200 м

Данные расчета показывают, что в нормальных условиях (ширина плеча балластной призмы $h = 20$ см) укладка сварного пути при $R = 200$ м невозможна, так как $t_{\text{укл. макс}} < t_{\text{укл. мин}}$ и $\Delta t < 0$. Величина Δt станет положительной при $h = 35$ см, а условие (2) выполняется при $h = 55$ см.

Диапазон температур укладки Δt возрастает при увеличении числа шпал на 1 км. Это одновременно приводит к возрастанию прочности рельсов на растяжение и повышению устойчивости рельсошпальной решетки против выброса.

Влияние числа шпал на значение $P_{\text{кр}}$ для лесовозных УЖД показано в таблице.

Балласт	Значение $P_{\text{кр}}$, кН, при числе шпал на 1 км			
	1625	1750	1875	2000
Песок мелкозернистый	537	563	588	612
» среднезернистый	649	680	710	739
» крупнозернистый	738	772	806	838

Используя оба способа усиления рельсошпальной решетки, можно существенно расширить температурный диапазон укладки сварного пути. Программа позволяет рассмотреть различные варианты конструкций верхнего строения пути и найти оптимальное значение для определения условий применения длинных рельсовых плетей при заданных температурно-климатических и эксплуатационных условиях.

В заключение отметим, что предлагаемая программа расчета температур укладки сварных рельсовых плетей достаточно проста и дает решение задачи с выдачей результатов в удобном для практического применения виде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Морозов С.И. Аналитическое определение критической силы для температурно-напряженного железнодорожного пути на прямых участках // Лесн. журн. - 1982. - № 5. - С. 46 - 54. - (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Морозов С.И. Критическая сила для участков пути УЖД на закруглениях в плане // Лесн. журн. - 1982. - № 6. - С. 60 - 68. - (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Морозов С.И. Расчет температурных режимов укладки сварных рельсовых плетей на лесовозных железных дорогах узкой (750 мм) колеи: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. - Архангельск: РИО АЛТИ, 1990. - 28 с. [4]. Правила производства расчетов узкоколейного пути (колея 750 мм) на прочность. - М.: Трансжелдориздат, 1963. - 67 с. [5]. Технические указания по устройству, укладке и содержанию бесстыкового пути / Главное управление пути МПС РФ. - М.: Транспорт, 1992. - 72 с.

Поступила 22 января 1996 г.

УДК [630*524 + 674 - 412] : 681. 362-52

В.С. ПЕТРОВСКИЙ, С.Р. ОНГУЯ, С.К. ОКО



Петровский Владислав Сергеевич родился в 1933 г., окончил в 1956 г. Сибирский технологический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации производственных процессов Воронежской государственной лесотехнической академии, заслуженный деятель науки и техники РФ, академик РЕАН. Имеет около 260 печатных работ в области математического моделирования, оптимизации, компьютеризации, автоматизации технологий и оборудования лесного комплекса.

Онгуя Семплис Рюфин (гражданин Республики Конго) родился в 1966 г., окончил в 1992 г. Воронежский лесотехнический институт, аспирант кафедры автоматизации производственных процессов Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет одну печатную работу в области компьютеризации учета и переработки древесины.



Око Климент Сосген (гражданин Республики Конго) родился в 1968 г., окончил в 1994 г. Воронежский лесотехнический институт, аспирант кафедры автоматизации производственных процессов Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет одну печатную работу в области математического моделирования, компьютерной оптимизации раскроя пиловочного сырья.



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СТВОЛОВ, ХЛЫСТОВ, БРЕВЕН В САПР УЧЕТА, ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

На основании уравнений образующих древесных стволов, хлыстов, бревен получены формулы для вычисления объемов стволов и хлыстов. Определены длины боковых кривых и площади боковой поверхности хлыстов. При помощи уравнений образующих бревен найдены формулы для определения объема зон сбега.

On the basis of generatrix equations of trunks, tree lengths, logs, the formulae for calculating the volumes of stems and tree lengths are derived. The lengths of lateral curves and areas of lateral surface of tree lengths are determined. By means of logs' generatrix equations the formulae for determining the volume of taper zones are recovered.

Современные производства лесного комплекса требуют коренных улучшений и перевода их в категорию высоких технологий, которые характеризуются ресурсосберегаемостью, экологической чистотой. Развитие методов и средств вычислительной техники дает возможность решать задачи компьютеризации лесных технологий.

Математические модели древесных стволов, хлыстов и сортиментов круглого леса являются теоретической основой решения этих

задач [3 – 5]. Они нашли широкое применение не только в России, но и в ряде зарубежных стран [5].

Наиболее приемлемая по точности модель образующей древесных стволов стоящих деревьев имеет общий вид

$$2x = d_{0,5} [A_4(l/H)^4 + A_3(l/H)^3 + A_2(l/H)^2 + A_1(l/H) + A_0], \quad (1)$$

где

$2x$ – текущий диаметр ствола;

$d_{0,5}$ – диаметр ствола на середине длины, м;

l – расстояние от шейки корня до анализируемого сечения $2x$, м;

H – высота ствола, м ;

A_4, A_3, A_2, A_1, A_0 – коэффициенты для стволов каждой породы дерева.

Такой же вид имеют уравнения для образующих хлыстов. Однако коэффициенты A_4, A_3, A_2, A_1, A_0 иные, так как длина хлыстов меньше длины стволов стоящих деревьев.

Уравнения образующей стволов (хлыстов) по каждой породе охватывают весь реально существующий диапазон варьирования диаметров, длин, разрядов высот и коэффициентов формы в пределах $q_2 = 0,6 \dots 0,8$. Ошибка в вычислении диаметров за счет овальности хлыстов в зоне их раскря обычно не превышает ± 10 мм.

Модели вида (1) дают возможность создавать компьютерные системы для составления таблиц объема, сбega древесных стволов различных пород, а также хлыстов по разрядам высот [1, 7, 8]. Математические модели стволов позволяют разрабатывать компьютерные программы для расчета запасов сортиментов круглого леса в древостоях различного возраста, полноты и классов бонитета [6]. Одновременно они полезны и в научном плане при исследовании эффективности рубок ухода, выборочных рубок в целях сокращения сроков технической спелости древостоев, с максимизацией суммарного объема древесины, получаемой при выборочных и сплошных рубках леса.

В лесном хозяйстве и на лесозаготовках в ряде случаев удобнее измерять диаметры стволов не на середине длины, а на высоте груди ($d_{1,3}$). При этом математические модели после необходимых преобразований получают вид

$$2x = \frac{A_4(l/H)^4 + A_3(l/H)^3 + A_2(l/H)^2 + A_1(l/H) + A_0}{A_4(1,3/H)^4 + A_3(1,3/H)^3 + A_2(1,3/H)^2 + A_1(1,3/H) + A_0} d_{1,3}. \quad (2)$$

Уравнение (1) дает возможность определить объемы стволов (хлыстов):

$$V = \frac{\pi}{4} \int_0^l (2x)^2 dl. \quad (3)$$

Используя выражение (1), после интегрирования получаем формулы для вычисления объемов стволов (хлыстов):

$$V = d_{0,5}^2 HF_1. \quad (4)$$

Аналогично с помощью уравнения (2) получим формулы для определения объемов стволов (хлыстов) с базовым диаметром $d_{1,3}$:

$$V = d_{1,3}^2 HF_2 / [A_4(1,3/H)^4 + A_3(1,3/H)^3 + A_2(1,3/H)^2 + A_1(1,3/H) + A_0], \quad (5)$$

где F_1, F_2 – постоянное видовое число древесной породы стволов (хлыстов) [5,6].

Для стволов или хлыстов одной породы в коре или без коры постоянное видовое число различно. Нами установлено, что у лиственницы оно больше, чем у сосны и ели. Следовательно, наши математические модели подтверждают общеизвестное положение, что лиственница имеет больший объем древесины по сравнению с елью и сосной при одинаковых высотах, диаметрах на середине длины за счет большей закомелистости и различий в форме стволов.

Уравнения образующей древесных стволов дают возможность с высокой точностью вычислять текущий, средний прирост по объему с предварительным определением известными методами прироста по диаметру и высоте.

Для решения задач учета при сплаве леса в хлыстах необходимо знать длины боковых кривых (L) и площади боковой поверхности хлыстов (S). Длину боковой кривой хлыстов находят по формуле

$$L = \int_0^H [(d(2x) / d(l/H))^2]^{1/2} d(l/H). \quad (6)$$

После интегрирования имеем

$$L = \sqrt{1 + d_{0,5}^2 N_1}. \quad (7)$$

Отсюда с помощью уравнений (2) получена формула для вычисления длины боковых кривых с базовым диаметром $d_{1,3}$:

$$L = \sqrt{1 + \frac{d_{1,3}^2 N_2}{[A_4(1,3/H)^4 + A_3(1,3/H)^3 + A_2(1,3/H)^2 + A_1(1,3/H) + A_0]}}. \quad (8)$$

В формулах (7) и (8) N_1, N_2 – коэффициенты длины боковых кривых, зависящие от породы дерева.

Площадь боковой поверхности стволов как тел вращения вычисляем по формуле

$$S = \pi \int_0^H 2x dy. \quad (9)$$

Заменим текущий диаметр $2x$ выражением по уравнению (1). После интегрирования находим

$$S = \pi d_{0,5} HR_1. \quad (10)$$

Аналогично с помощью (2) получаем формулу для вычисления площади боковой поверхности хлыстов с базовым диаметром $d_{1,3}$:

$$S = \frac{\pi d_{1,3} H R_2}{[A_4(1,3/H)^4 + A_3(1,3/H)^3 + A_2(1,3/H)^2 + A_1(1,3/H) + A_0]}, \quad (11)$$

где R_1, R_2 – постоянные коэффициенты боковой кривой стволов (хлыстов), зависящие от породы.

Формулы (4), (5), (7), (8), (10), (11) применимы для расчетов максимально возможного времени пребывания хлыстов в воде при сплаве леса.

Уравнения (1) и (2) дают возможность создавать системы компьютерной оптимизации раскряжевки хлыстов и учета древесины в различных технологиях [5]. Они позволяют также наиболее точно определять сбеги, обоснованно решать задачи распределения масс древесины (с учетом ее плотности) на автомобили и прицепы при хлыстовой вывозке леса.

Исследования [3] показали, что для ряда древесных пород можно применять уравнение вида

$$2x = d_b [a_2 (y/h)^2 + a_1 (y/h) + a_0], \quad (12)$$

где $2x$ – текущий диаметр бревна, м;

d_b – диаметр в верхнем сечении бревна, м;

y – расстояние от комлевого сечения бревна до измеряемого диаметра $2x$, м;

h – длина бревна, м;

a_0, a_1, a_2 – коэффициенты.

Установлено [3], что для каждой породы коэффициенты a_0, a_1, a_2 различны для комлевых, срединных и вершинных бревен.

Уравнение (12) учитывает место выпиливания бревен и с достаточной высокой точностью отражает закономерности формирования сбеговых зон и весь диапазон варьирования размеров сортиментов круглого леса. Оно дает возможность вычислять как объем бревен ($V_{бр}$), так и объем зон сбегания ($V_{з.с.}$):

$$V_{бр} = \frac{\pi}{4} \int_0^l (2x)^2 dy. \quad (13)$$

После подстановки выражения для $2x$ из формулы (12) и интегрирования находим формулу

$$V_{бр} = d_b^2 H F. \quad (14)$$

Объем зон сбегания равен разности между общим объемом бревна и объемом цилиндра с диаметром d_b :

$$V_{з.с.} = (F - \pi/4) d_b^2 H, \quad (15)$$

где F – константа, зависящая от породы и места выпиливания бревна.

Математические модели бревен, учитывающие место их выпиливания, являются наиболее точными из всех известных моделей круглого леса [2, 5, 7]. Они дают возможность решать практические задачи компьютерной поддержки технологий раскряжевки пиломатериала на лесопильных рамах, ленточнопильных и круглопильных станках, что существенно повышает объемный выход обрезных пиломатериалов.

Компьютерная поддержка оптимизации раскроя бревен на пиломатериалы существенно улучшает использование внебрусовых зон и зон сбega пиловочного сырья, при этом увеличивается выпуск обрезных досок.

Математические модели древесных стволов, хлыстов, бревен являются теоретической основой для решения и других научно-практических задач компьютеризации технологий лесного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Акхом Туналом. Исследование древесных стволов, составление объемных и сбеговых таблиц для насаждений красного дерева Лаоса: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 1986. – 7 с. [2]. Бугаев Ю.В., Петровский В.С. Систематика моделей раскроя лесоматериалов в технологии переработки древесины // Технология и оборудование деревообрабатывающего производства: Межвуз. сб. тр. ЛТА. – 1986. – Вып. 14. – С. 1 – 3. [3]. Математическое моделирование пиловочного сырья / В.С. Петровский, П.В. Пономаренко, А.И. Соколов, С.А. Арутюнян // Сб. материалов по итогам НИР СТИ. – Красноярск, 1971. – С. 23. [4]. Петровский В.С. Автоматическая оптимизация раскроя древесных стволов. – М: Лесн. пром-сть, 1970. – 183 с. [5]. Петровский В.С. Оптимальная раскрывка лесоматериалов. – М: Лесн. пром-сть, 1989. – 288 с. [6]. Петровский В.С., Данг Зуй Шо. Применение ЭВМ для определения запаса сортиментов в древостоях // Лесн. хоз-во. – 1984. – № 7. – С. 26. [7]. Пхонпхипхак Пхет. Компьютерная поддержка технологий первичной обработки лесоматериалов в лесном комплексе Лаоса: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 1993. [8]. Фернандо Ф. Б. Исследование формы древесного ствола, составление объемных и сбеговых таблиц для насаждений сосны карибской: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж: ВЛТИ, 1985. – 5 с.

Поступила 14 июня 1994 г.

УДК 630*377.44

В.И. КУЧЕРЯВЫЙ

Ухтинский индустриальный институт

Кучерявый Василий Иванович родился в 1953 г., окончил в 1977 г. Ленинградскую лесотехническую академию, в 1991 г. Ленинградский государственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов Ухтинского индустриального института. Имеет около 40 печатных работ в области разработки новых методов расчета прочности и прогнозирования надежности лесозаготовительных машин (ЛЗМ), вероятностного проектирования и статистической динамики конструкций ЛЗМ, моделирования на ПЭВМ ресурса деталей и прогнозирования их потребности.



ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН ПРИ ДИСКРЕТНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Приведено численное решение вероятности неразрушения детали методом статистического моделирования на ПЭВМ для случая, когда нагрузка – дискретная случайная величина, размер сечения нормально распределен, а предел прочности имеет трехпараметрическое распределение Вейбулла.

The numerical solution of a part's nondestruction probability by a PC-based static simulation method for a case when a load is a discrete random variable, a section dimension is normally distributed a strength limit having a 3-variable Weibull distribution, has been cited.

Многие детали лесотранспортных, сучкорезных и валочно-пакирующих машин в процессе эксплуатации подвергаются дискретным случайным воздействиям. По совокупности однотипных деталей их конструктивные параметры – величины случайные. Для оценки надежности детали на этапе проектирования можно принять вероятность неразрушения (ВН) R . Величина $\bar{R} = 1 - R$ представляет собой вероятность отказа и может колебаться в весьма широких пределах при одном и том же коэффициенте запаса прочности. Зная показатель R , можно оценивать затраты на гарантийное обслуживание, разрабатывать программы технического обслуживания и прогнозировать политику замены деталей.

Проиллюстрируем реализацию алгоритма на следующем примере. На деталь круглого поперечного сечения диаметром d , работающей на одноосное растяжение – сжатие, действует дискретная случайная нагрузка \tilde{P} , заданная рядом распределения, который приведен в таблице. Допускаем, что диаметр \tilde{d} является случайной величиной

Частное значение случайной нагрузки, МН	Вероятность, отве- чающая случайной нагрузке
0,15	0,10
0,25	0,25
0,35	0,50
0,45	0,15

(СВ) и имеет нормальное распределение, а СВ предела прочности материала детали $\tilde{\sigma}_0$ подчиняется трехпараметрическому распределению Вейбулла с функцией распределения (ФР):

$$F(\sigma_0) = 1 - \exp \{ - [(\sigma_0 - \delta) / (\theta - \delta)]^\beta \}, \quad \sigma_0 \geq \delta \geq 0, \quad (1)$$

где δ – параметр усечения, т.е. значение предела прочности, ниже которого вероятности равны нулю;

$\theta - \delta$ – параметр масштаба;

β – параметр формы.

При этих условиях требуется найти R . Следуя методике В.В. Болотина, А.Р. Ржаницына (модель статической надежности), запишем функцию прочности \bar{y} для опасной точки поперечного сечения детали как разность СВ:

$$\bar{y} = \bar{\sigma}_0 - \bar{\sigma} = \bar{\sigma}_0 - (4\bar{P} / (\pi\bar{d}^2)). \quad (2)$$

Если в выражении (2) все СВ непрерывные, то вначале получают плотность вероятности $p(y)$, а затем находят параметры R и \bar{R} с помощью интегралов:

$$R = \int_0^{+\infty} p(y) dy; \quad \bar{R} = \int_{-\infty}^0 p(y) dy. \quad (3)$$

Рассмотренный случай нахождения R не поддается аналитическому решению, поскольку в выражении (2) \bar{P} – дискретная СВ. Поэтому предлагается приближенное определение R методом статистического моделирования*. Порядок решения алгоритма следующий. На основании таблицы моделируют распределение \bar{P} по ФР:

$$\{P_i\}_n = \begin{cases} 0,15 \text{ МН при } (0 \leq r_i < 0,10); \\ 0,25 \text{ МН при } (0,10 \leq r_i < 0,35); \\ 0,35 \text{ МН при } (0,35 \leq r_i < 0,85); \\ 0,45 \text{ МН при } (0,85 \leq r_i < 1,00), \end{cases} \quad (4)$$

где r_i – реализации случайных чисел, равномерно распределенных в отрезке $[0,1]$.

На основании метода обратной ФР $F^{-1}(r_i)$ по (1) получают моделирующую формулу для предела прочности:

$$\{\sigma_{0i}\}_n = (\theta - \delta)(-\ln\{r_i\}_n)^{1/\theta} + \delta. \quad (5)$$

Для моделирования распределения \bar{d} по нормальному закону вначале генерируют последовательность нормативных нормальных чисел по соотношениям

$$z_i = (-2\ln r_i)^{1/2} \cos(2\pi r_{i+1}); \quad i = 1, 3, 5, \dots \quad (6)$$

$$z_{i+1} = (-2\ln r_i)^{1/2} \sin(2\pi r_{i+1});$$

затем используют линейное преобразование

$$\{d_i\}_n = \bar{d} + \{z_i\}_n s, \quad (7)$$

где \bar{d}, s – математическое ожидание (МО) и среднее квадратичное отклонение диаметра соответственно.

* Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Курс статистического моделирования. – М.: Наука, 1976. – 320 с.

Алгоритм реализован на ПЭВМ (язык Турбо Бейсик). Генерирование последовательности равномерно распределенных случайных чисел $\{r_i\}_n$ осуществляют с помощью оператора $RND(x)$. Аргументы $\tilde{\sigma}_0, \tilde{P}, \tilde{d}$ в выражении (2) считают независимыми СВ. По формулам (4) - (7) получают одну реализацию для каждого из аргументов и далее по (2) - одну реализацию y_i . В таком же порядке находят все последующие реализации \tilde{y} . В результате смоделирована случайная числовая последовательность (СЧП) $\{y_i\}_n$ при следующих исходных данных: $\theta = 300$ МПа, $\delta = 190$ МПа, $\beta = 3$; $\tilde{d} = 50 \cdot 10^{-3}$ м, $s = 6 \cdot 10^{-3}$ м. СЧП $\{y_i\}_n$ представлена в виде гистограммы. Область изменения функции прочности \tilde{y} (МПа) разбита на 14 интервалов: [-200; -160), [-160; -120), [-120; -80), [-80; -40), [-40; 0), [0; 40), [40; 80), [80; 120), [120; 160), [160; 200), [200; 240), [240; 280), [280; 320), [320; 360). Объем выборки $n = 1000$ значений. Значения частот n_j ($j = 1, \dots, 14$) для каждого интервала: $n_1 = 1, n_2 = 1, n_3 = 6, n_4 = 21, n_5 = 118, n_6 = 82, n_7 = 155, n_8 = 182, n_9 = 122, n_{10} = 71, n_{11} = 168, n_{12} = 36, n_{13} = 33, n_{14} = 4$. Сумма частотей (n_j / n) для положительных значений \tilde{y} (0; 320) представляет искомое значение ВН, равное $R = 0,853$. Сумма частотей для отрицательных значений \tilde{y} (-160; 0) есть вероятность отказа, равная $\bar{R} = 0,147$. Полученный статистический ряд является аналогом плотности вероятности $p(y)$, а параметры R и \bar{R} , найденные в результате моделирования на ПЭВМ, - приближенными значениями интегралов (3). При многократном генерировании выборок заданного объема на ПЭВМ R и \bar{R} меняются незначительно.

Зная R как параметр статической модели надежности (случай однократного приложения нагрузки), можно перейти к вероятности безотказной работы детали $R(t)$, если принять, что дискретные воздействия образуют поток, а интервалы между моментами приложения нагрузки имеют распределение Пуассона с МО α (цикл/ч):

$$R(t) = R + (1 - R) \exp(-\alpha t), \quad (8)$$

где t - время эксплуатации детали (наработка), ч.

Например, при наезде на единичные неровности дороги или волока со случайной амплитудой детали ходовой части лесотранспортных средств испытывают дискретные потоки нагрузок. Уравнение (8) позволяет выполнять прогноз потребного числа запасных частей.

Если проектируемые детали лесных машин испытывают другой вид дискретного случайного нагружения и конструктивные параметры распределяются по иным законам, то моделирование R осуществляется аналогично с изменением только отдельных блоков программы.

УДК 625.711.84

Т.А. ГУРЬЕВ, Г.С. ТУТЫГИН

Архангельский государственный технический университет

**СНЕГОЗАНОСИМОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ,
ПРОЛОЖЕННЫХ ПО ЛЕСНЫМ ПРОСЕКАМ**

Приведены и проанализированы данные трехлетних наблюдений за отложениями снега на дорожных трассах и в прилегающих древостоях.

The 3-year observations' data on snow drifts along road alignments and in adjacent tree stands have been presented and analysed.

Реконструкция существующих и проектирование новых автомобильных дорог должны осуществляться с учетом возможных снежных заносов. Их возникновение на проезжей части и запасы снега на прилегающей территории в лесистой равнинной местности обычно связывают с метеорологическими факторами, шириной и направлением дорожных просеков, характеристикой насаждений.

Снегозаносимость мы изучали в течение трех зим подряд на опытных участках, расположенных справа и слева от полотна дорог

Таблица 1

Номер участка	Тип леса	Класс возраста	Средняя высота, м	Полнота	Ширина просеки, м	Направление трассы	Расположение участка
1	С. черничный	II	6,8	1,05	30	ЮВ-30°	Справа
2	»	III	16,2	0,93	30	»	Слева
3	Сосна по болоту*	-	0,6	-	30	»	Справа
4	Верховое болото (контроль)	-	-	-	-	»	Слева
5	Е. черничный	V	15,5	0,6	30	ЮЗ-38°	Справа
6	С. »	IV	17,0	0,6	30	»	»
7	Е. кислично-черничный	VI-VII	22,0	0,7	40	СВ-16°	»
8	Е. чернично-долгомошный	VI-VII	17,0	0,5	40	»	Слева
9	С. брусничный	VI	20,6	0,6	20	ЮВ-16°	Слева
10	С. чернично-брусничный	VI	19,5	0,6	20	»	Справа
11	С. черничный	IV	20,5	0,7	10	ЮЗ-20°	Справа
12	С. чернично-долгомошный	IV	13,0	0,7	10	»	Слева
13	Е. приручейный	V	15,5	0,5	40	ЮС-0°	Справа
14	»	V	15,5	0,5	40	»	Слева

*Встречаются отдельные деревья сосны высотой до 4 м. Здесь приведена характеристика подроста. Его густота 8,9 тыс. шт./га.

различных направлений в Приморском районе Архангельской области. Характеристика участков приведена в табл. 1. Высота дорожной насыпи не превышала 1 м. Ширина просек составляла от 10 до 40 м. Каждый участок охватывал свободную от леса полосу и прилегающий древостой. Лесоводственно-таксационные показатели выбранных насаждений характерны для северной подзоны тайги. Контролем послужил участок 4, представляющий собой верховое болото.

Глубину снежного покрова регулярно измеряли на створных линиях длиной 150 м, перпендикулярных осям трасс. Стационарные снегомерные рейки были установлены через каждые 10 м. Мощность отложений снега около полотна дорог определяли через 1 м переносными рейками-щупами М-46-1.

На основе измерений вычисляли максимальное за сезон снегонакопление в каждом насаждении и на контроле, отдельно – объемы придорожных сугробов. Ширину снегосборных бассейнов принимали равной 1000 м, экстраполируя данные наиболее удаленных от трасс пунктов наблюдений. Объемы придорожных сугробов рассчитывали с учетом протяженности шлейфов 50 м для всех вариантов и контроля. Для сопоставления с фактическими значениями определяли теоретически возможный принос снега, который возник бы на опытных участках (с обеспеченностью 10 %), если полностью удалить лесные насаждения и другие препятствия. При этом использовали методику [1,2] и данные метеостанции Архангельск за последние 15 лет. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Номер участка	Максимальный объем отложений снега, м ³ /м			Вероятный принос снега, м ³ /м
	1989/90 гг.	1990/91 гг.	1991/92 гг.	
1	520/31	737/44	412/24	445
2	573/34	783/51	400/22	217
3	668/38	914/57	527/23	445
4	612/36	840/54	403/21	217
5	538/32	775/48	410/22	294
6	607/37	815/53	487/20	294
7	350/28	710/42	363/23	342
8	580/32	850/49	590/27	637
9	420/33	745/47	427/22	337
10	425/34	750/44	423/24	426
11	543/35	751/46	410/26	338
12	553/40	860/56	495/36	782
13	-	717/48	400/28	350
14	-	736/52	387/25	475

Примечание. В числителе данные для насаждений; в знаменателе – в придорожных сугробах.

Из табл. 2 видно, что за зимний период 1989 / 90 гг. в насаждениях, как правило, откладывалось меньше снега, чем на открытом участке 4. Наибольшее различие (262 м³ / м, или 42, 8 %) отмечено в высокопродуктивном спелом ельнике полнотой 0,7 на участке 7. Зна-

чительно меньше, чем на контроле (187 ... 192 м³/м, или 30,6 ... 31,4 %), снегонакопление и в сосняках VI класса возраста на участках 9 и 10. В сосновом молодняке искусственного происхождения с относительной полнотой более 1 (участок 1) эта разница составила лишь 15,0 %. В других насаждениях она еще меньше.

По данным В.Г.Чертовского [3], под полог еловых лесов Европейского Севера обычно проникает лишь 60 ... 70 % от количества снега на открытых местах, в многоснежные зимы – 80 ... 85 %. В сосняках кроны деревьев более проницаемы для осадков.

Максимум отложений снега зарегистрирован в течение трех сезонов подряд на участке 3 (сосна по болоту).

Придорожные сугробы формируются в результате работы снегоочистительной техники. Наибольших объемов в сезон 1989 / 90 гг. они достигли на контроле, участках 3 и 12. Если на болоте и участке 3 это связано с наличием открытых или слабо защищенных от ветров пространств, то на узкой (шириной 10 м) просеке участка 12 – главным образом с приносом снега во время метелей на левую сторону трассы юго-западного румба. При отсутствии леса принос снега здесь мог бы быть максимальным среди всех вариантов (782 м³ / м). С противоположной стороны той же дороги (участок 11) действие метелей слабее и сугроб на 12,5 % меньше.

Анализ полученных данных показывает, что расширение просек с 10 до 40 м не приводит к возрастанию заносов трасс. На участках 7, 8, 13, 14, где ширина просек 40 м, а вероятный снегопринос достаточно велик (342 ... 637 м³ / м), они были близки к показателям других вариантов с близкими направлениями дорог и характеристиками прилегающих насаждений. На остальных участках с довольно разными насаждениями и возможным приносом снега объемы придорожных сугробов отличались от контроля в первые два сезона наблюдений не более чем на 13,9 ... 18,5 %.

Осадки зимой 1990 / 91 гг. были обильнее по сравнению с предыдущим сезоном. Хотя характер распределения снега в насаждениях в целом сохранился, в двух случаях (участки 8 и 12) наблюдалось некоторое превышение над контролем. Меньше всего отложилось снега на участке 7. Однако разница с контролем в 1991 г. составила 130 м³ / м (15,5 %) против 262 м³ / м (42,8 %) в 1990 г., что подтверждает гораздо большее проникновение осадков под полог ельников в многоснежную зиму.

Процесс образования придорожных сугробов в 1990 / 91 гг. шел интенсивнее, чем в предыдущую зиму. Максимальные объемы они имели на участках 3 и 12, где несколько превышали контроль, а соответствующие показатели 1989 / 90 гг. – в 1,4-1,5 раза.

Наименее снежным, с продолжительными оттепелями, был зимний период 1991 / 92 гг. К марту 1992 г. снега в насаждениях накопилось в 1,4-2,0, а на дорожных просеках – в 1,5-2,6 раза меньше, чем к марту 1991 г. Его запасы были также меньше соответствующих показателей 1990 г. на всех дорожных просеках и в большинстве насаждений; лишь на участках 7, 8, 9 они близки. Отложения снега распределились по опытным участкам иначе, чем в первые два сезона наблюде-

ний. Судя по многолетним метеорологическим данным, такая ситуация наблюдается сравнительно редко и не может определять потребность в защите дорог от заносов.

Проведенные наблюдения позволяют сделать следующие выводы.

1. Наименьшее накопление снега наблюдается в высокополнотных спелых, прилегающих к дорогам насаждениях, особенно с преобладанием ели. Больше, чем на открытых пространствах, откладывается снега на болотах, поросших низкорослыми деревьями.

2. Объем поступающего на дорожные трассы снега в значительной степени зависит от метеорологических факторов. Главные из них – режим метелевых ветров, связанный с интенсивностью приноса снега, и количество выпадающих осадков.

3. Различия в объемах придорожных сугробов невелики, если ширина дорожных просек находится в пределах 10 ... 40 м.

4. Снежные заносы возрастают на дорогах определенных направлений. Для северных районов Архангельской области они наиболее вероятны с левой стороны при направлении трассы с северо-востока на юго-запад.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Рекомендации по изысканию и проектированию снегазадерживающих лесных полос вдоль автомобильных дорог. - М.: Союзгипролесхоз, 1982. - 192 с. [2]. Указания по производству изысканий и проектированию лесонасаждений вдоль автомобильных дорог. ВСН 33-87 / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1988. - 95 с. [3]. Чертовской В.Г. Еловые леса европейской части СССР. - М.: Лесн. пром-сть, 1978. - 176 с.

Поступила 27 июня 1994 г.

УДК 630*516

П.А. МЕРКУРОВ



Меркуров Павел Андреевич родился в 1931 г., окончил в 1955 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, бывший старший научный сотрудник СевНИИП. Имеет более 50 печатных работ в области обмера и учета древесины, механизации лесосплавных работ, разработки региональных таблиц объемов круглых лесоматериалов.

$$Q = \frac{\pi L(d^2 + D^2)}{8 \cdot 10000}, \quad (1)$$

где Q – объем бревна, м³;

d, D – диаметр бревна без коры соответственно в верхнем и нижнем торцах, см;

L – длина бревна, м.

Экспериментальные исследования проведены по методике отраслевого стандарта 13-303-92. В шести партиях бревен общим объемом 750 м³ (4525 шт.) измеряли диаметры бревен с корой и без коры в верхнем и нижнем отрезе и длину бревен каждой породы (ель, сосна, береза и осина). Объем выборки составлял не менее 1000 бревен (опытов) по каждой породе и формировался так, чтобы число бревен различных диаметров было пропорционально объемам.

Поскольку сбег бревен в большей степени зависит от разряда высот (средний объем хлыста) и крупности древесины (диаметр бревна), бревна группировали по крупности (лесоматериалы с диаметром в верхнем отрезе до 15 см и менее и 16 см и более).

Первоначально по удельной доле объема (k_j) мелких и крупных бревен

$$k_j = \frac{\sum \alpha_j}{\sum Q_r}, \quad (2)$$

где k_j – удельная доля объема j -го типоразмера бревен по крупности (мелкие и крупные);

$\sum \alpha_j$ – суммарный объем j -го типоразмера сортиментов на предприятии (предприятиях одного лесосырьевого региона);

$\sum Q_r$ – общий объем выработанных типоразмеров сортиментов на предприятии (предприятиях) за 1 год, м³,

и среднему объему бревна (\bar{q}_j) определяли необходимое число опытов (n_j) и объем выборки ($\sum Q_b$) для каждой породы бревен по формулам

$$n_j = \frac{k_j \sum Q_b}{\bar{q}_j}, \quad (3)$$

где n_j – потребное число опытов (бревен);

$\sum Q_b$ – суммарный объем выборки, м³;

\bar{q}_j – средний объем бревна j -го типоразмера, который определяют заранее на предприятии (предприятиях) с использованием ГОСТ 2708-75;

$$\sum Q_b = \frac{n_{\text{общ}}}{\frac{k_1}{\bar{q}_1} + \frac{k_2}{\bar{q}_2} + \dots + \frac{k_m}{\bar{q}_m}}, \quad (4)$$

где $n_{\text{общ}}$ – число бревен в выборке, $n_{\text{общ}} = 1000$ бревен [3, п.1.4.2];

k_1, \dots, k_m – удельная доля объема бревен каждого типоразмера, одной древесной породы;

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТАБЛИЦЫ ОБЪЕМОВ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ*

Рассмотрены вопросы по определению истинного (физического) объема древесины. Проведено сравнение результатов, полученных по существующим в настоящее время таблицам ГОСТ 2708-75 и новой региональной таблице объемов.

The problems of determining real (physical) volume of wood have been considered. The results obtained have been compared with reference to tables GOST 2708-75 existing at present and a new regional table of volumes.

Известны три метода количественного учета круглых лесоматериалов: объемный, штучный и весовой. В нашей стране принят объемный учет лесоматериалов в плотной массе. Измеряют диаметр верхнего торца каждого бревна и его длину, по таблицам ГОСТ 2708-75 определяют объем бревна.

По данным ВНПОлеспром и других научных организаций, ГОСТ 2708-75 систематически занижает истинный (физический) объем круглых лесоматериалов до 9 %.

В 1992 г. институтом ВНПОлеспром (ЦНИИМЭ) разработан отраслевой стандарт ОСТ 13-303-92 «Лесоматериалы круглые. Методы поштучного измерения объема» [3], в котором даны четыре способа определения объема и предусмотрена разработка региональных таблиц для каждого лесосырьевого региона отдельно.

Сектор водного транспорта леса АО СевНИИП в 1993 г. приступил к разработке региональных таблиц поштучного определения объема бревен для лесов Архангельской области. Анализ таксационных данных позволяет выделить как минимум три лесосырьевых региона со средним объемом хлыста: 0,15...0,22; 0,23...0,29 и 0,30...0,33 м³.

В 1994 г. сектором разработана региональная таблица объемов круглых лесоматериалов со средним объемом хлыстов 0,15 ...0,22 м³ для лесов Карпогорского, Холмогорского и Емецкого лесхозов. В указанных лесхозах работают Усть-Покшеньгский, Сийский, Светлозерский, Луковецкий, Двинской и Емецкий леспромхозы.

В основу региональной таблицы для вычисления объема бревна заложен метод концевых сечений, предусмотренный ОСТ13-303-92, который отражает истинный объем бревен. Согласно этому методу объем бревна

* В порядке обсуждения.

$\bar{q}_1, \dots, \bar{q}_m$ – средний объем бревен каждого типоразмера, одной породы, м³.

Материалы исследования обрабатывали статистически на ПЭВМ сектором разработки и внедрения программных средств АО СевНИИП для каждой породы отдельно.

Случайные величины – сбег бревен (S), поправочный коэффициент на кору (P_k), коэффициент формы бревен (α) – определяли по формулам

$$S = \frac{D-d}{L}; \quad (5)$$

$$P_k = \frac{\sum_{j=1}^n d_j^2}{\sum_{k=1}^n d_k^2}; \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{4 \cdot 10000Q}{\pi d^3 L}, \quad (7)$$

где d_j, d_{kj} – диаметры бревен без коры и с корой, см;

n – число измерений в выборке.

Основные статистики случайных величин [2] находили по группам бревен и в целом для выборки каждой породы отдельно.

Анализ связи между случайными величинами выполняли по уравнению [1, с. 12-13]

$$\frac{x_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m^2_{x_1} + m^2_{x_2}}} \geq 3 + \frac{6}{n-4}, \quad (8)$$

где n – число наблюдений (при различном их числе в уравнение подставляют меньшее значение);

\bar{x}_1, \bar{x}_2 – средние значения случайных величин соответствующих партий или групп бревен;

$\bar{m}_{x_1}, \bar{m}_{x_2}$ – средняя ошибка среднего арифметического случайных величин двух партий или двух групп бревен.

Результаты измерений бревен с обработкой материалов на ЭВМ приведены в табл. 1.

Основные статистики случайных величин показывают, что фактическое число опытов по коэффициенту формы (α), отражающему истинный объем бревен и коэффициент на кору (P_k) как по группам диаметров, так и в целом партий бревен с допустимой точностью (3 %) при вероятности 0,95, намного больше минимально требуемого, т.е. материалы исследования достоверны.

Поправочный коэффициент (P_k) мало зависит от диаметра и длины бревен, а определяется только породой древесины. Для установления коэффициента P_k с точностью $\pm 3\%$ при вероятности 0,95 минимальная партия бревен должна быть 20 шт. Поэтому при разработке региональных таблиц объемов бревен можно ввести поправочные коэффициенты на кору. В этом случае измеряется диаметр

Таблица 1

Группа бревен по диаметрам в верхнем отрезе, см	Число измеренных бревен, шт.	Суммарный объем бревен, м ³		Средний сбеги бревен, см/м	Поправочный коэффициент на кору P_k	Систематическая ошибка в определении объема по ГОСТ 2708-75, %
		по формуле (1) ОСТ 13-303-92 (по региональной таблице)	по таблице ГОСТ 2708-75			
Ель						
3...15	935	64,228	60,412	1,160	0,881	-5,94
16...21	469	73,470	66,753	1,095	0,902	-9,14
22...29	178	51,851	46,866	1,336	0,913	-9,61
30...39	17	7,170	7,010	1,283	0,920	-2,24
Итого	1599	196,719	181,041	1,160	0,891	-7,97
Сосна						
3...15	296	21,912	20,543	0,877	0,926	-6,24
16...21	240	46,140	43,581	0,983	0,960	-5,54
22...29	278	93,940	90,200	1,182	0,963	-3,19
30...39	74	44,030	44,400	1,254	0,955	+0,84
40...49	15	13,540	13,300	1,542	0,933	-1,77
50...59	1	1,30	1,340			
Итого	904	220,862	213,364	1,042	0,949	-3,40
Береза						
3...15	304	18,95	18,20	0,786	0,895	-4,56
16...21	492	72,85	71,44	0,894	0,868	-1,94
22...29	202	49,52	48,43	1,005	0,877	-2,20
30...39	7	2,96	2,82	1,190	0,880	-4,73
Итого	1005	144,28	140,89	0,885	0,867	-2,35
Осина						
3...15	148	6,298	6,057	0,750	0,882	-3,83
16...21	409	44,728	44,166	0,796	0,890	-1,26
22...29	301	63,299	63,713	0,929	0,886	+0,65
30...39	123	48,775	50,592	1,038	0,879	+3,72
40...49	29	18,514	19,472	1,067	0,880	+5,17
50...59	7	6,594	7,045	1,282	0,890	+6,84
Итого	1017	188,208	191,045	0,869	0,886	+1,51
Всего	4525	750,069	726,340	-	-	-3,2

бревен в верхнем отрезе с корой (что точнее и удобнее для производителей), а объем бревен без коры определяется по уравнению

$$Q = P_k Q_k, \quad (9)$$

где Q , Q_k – объем бревен (бревна) конкретной породы соответственно без коры и с корой, м³.

По этому уравнению можно определить и объемы бревен (бревна) с корой, если в таблицах они даны для бревен без коры.

Анализ статистической значимости показал, что расхождения средних значений случайных величин P_k и α между группами бревен сосны, березы и осины незначительны, группы можно объединить в одну совокупность пород. Поэтому при разработке таблицы объемов круглых лесоматериалов по каждой породе в целом можно использовать соответствующее уравнение регрессии или ввести постоянные переводные коэффициенты для каждой породы, что и сделано в проекте региональной таблицы объемов бревен.

Таблица 2

Группа бревен по диаметрам, см	Число наблюдений n , шт.	Объем Q по формуле (1), м ³	Корреляционное уравнение	Постоянные величины в уравнениях	Корреляционное отношение η	Средняя ошибка корреляционного отношения $m_{\eta} = \frac{1-\eta^2}{\sqrt{n}}$	Достоверность связи η/m_{η}
3...15	935	64,227	$Q = 0,00058 L d^{1,3823}$	Q d L	0,952 0,991 0,930	0,00310 0,00059 0,00440	307 1680 211
16...21	469	73,468	$Q = 0,00015 L d^{1,3346}$	Q d L	0,963 0,991 0,952	0,00340 0,00083 0,00430	283 1194 221
22...60	195	59,024	$Q = 0,00009 L d^{1,00577}$	Q d L	0,937 0,991 0,934	0,00910 0,00130 0,00960	103 762 97
Итого	1599	196,719					

Примечание. Связь исследуемых величин в уравнениях достоверна ($\eta/m_{\eta} \geq t$)

Для ели расхождения средних значений случайных величин S и α между группами бревен существенные, их нельзя объединить в одну совокупность, так же как и партии бревен всех пород. Поэтому региональные таблицы объемов круглых лесоматериалов необходимо разрабатывать отдельно для каждой породы. В нашем случае применительно к лесосырьевому региону, включающему Карпогорский, Холмогорский и Емецкий лесхозы, можно совместить в одну таблицу объемов две породы: сосну и березу.

По всем группам измеренных бревен ели определены на ЭВМ уравнения регрессии степенной зависимости объема (Q), вычисленного по формуле (1), от диаметра в верхнем отрезе (d) и длины бревен (L). Полученные уравнения и их статистическая оценка приведены в табл. 2.

По этим уравнениям составлена региональная таблица объемов круглых лесоматериалов ели.

Объем бревен сосны, березы и осины вычисляют умножением полученного по данной таблице объема круглых лесоматериалов ели на переводной коэффициент K .

Результаты обработки контрольных измерений и расчета переводных коэффициентов (K) приведены в табл. 3.

Таблица 3

Порода бревен	Число измеренных бревен, шт.	Объем бревен, м ³		Переводной коэффициент $K = \frac{Q}{Q_1}$
		по формуле (1) Q	по региональной таблице объемов бревен еловой породы Q_1	
Сосна	904	220,861	237,245	0,931
Береза	1005	144,279	155,130	0,930
Осина	1017	188,214	210,081	0,896
Итого	2926	553,354	602,456	-

Таким образом, региональная таблица объемов круглых лесоматериалов разработана дифференцированно по группам диаметров бревен в верхнем отрезе без коры с учетом его среднего сбega, отражает истинный (физический) объем бревен с устранением систематического занижения объема, вычисленного по таблицам ГОСТ 2708-75. Она действует при определении объема круглых лесоматериалов, заготавливаемых в границах Карпогорского, Холмогорского и Емецкого лесхозов.

В региональной таблице даны объемы круглых лесоматериалов длиной от 0,5 до 6,5 м (с границей 0,1 и 0,25 м) и толщиной от 3 до 60 см (с градацией 1 см). Объем длинномерного бревна исчисляется как сумма объемов отрезков, определяемых по настоящей региональной таблице.

Ошибка в определении объема по этой таблице относительно истинного объема, вычисленного по формуле (1), с вероятностью 0,95 для минимальной партии 50 м³ не превышает $\pm 3\%$.

Региональная таблица объемов опробована с помощью контрольных измерений бревен в лесу. Длина бревен 1,0 ... 6,1 м соответствовала длинам сортиментов, вырабатываемых предприятиями. Результаты измерений приведены в табл. 4.

Таблица 4

Порода бревен	Число измеренных бревен, шт.	Объем бревен, м ³			Отклонение	
		расчетный Q	по ГОСТ 2708-75 Q	табличный Q ₁	Q ₁ - Q, м ³	%
Ель	433	51,129	46,574	50,852	- 0,277	- 0,54
Сосна	320	52,037	50,428	52,257	+0,220	+0,42
Береза	465	48,339	47,219	48,471	+0,132	+0,30
Осина	216	48,855	50,782	48,573	- 0,282	- 0,58
Итого	1434	200,360	195,003	200,153	- 0,207	- 0,10

Ошибка в измерении объема бревен по настоящей таблице не превышает допустимой точности $\pm 3\%$.

В настоящее время региональная таблица объемов круглых лесоматериалов находится в стадии внедрения на предприятиях, ведущих заготовку леса в границах Карпогорского, Холмогорского и Емецкого лесхозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Леонтьев Н. Л. Техника статистических вычислений. - 2-е изд., дополн. - М.: Лесн. пром-сть, 1966. - 250 с. [2]. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. - М.: Наука, 1971. [3]. ОСТ 13-303-92. Лесоматериалы круглые. Методы поштучного измерения объема.- М., 1992.

Поступила 4 апреля 1994 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.8 : 631.571.004.8

В. Е. ВОСКРЕСЕНСКИЙ

С.-Петербургская лесотехническая академия

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ
ПРИ ОТДЕЛЕНИИ ЛУБА ОТ БЕРЕСТЫ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ**

Получены зависимости для определения мощности, расходуемой в процессе отделения луба от бересты приводами фрезерующего и подающего роторов.

The functions for determining power consumption in the process of milling-and-feeding rotor-driven separation of bast from birch bark have been derived.

Одним из основных показателей, характеризующих эксплуатационные затраты и эффективность работы установки для отделения луба от бересты [1], являются ее энергозатраты.

В данной статье получены зависимости для определения мощности, расходуемой приводами фрезерующего $N_{\phi\Sigma}$ и подающего $N_{п\Sigma}$ роторов при отделении луба от бересты с вращательной подачей рабочей фракции коры (РФК) и одновременным фрезерованием луба и бересты (рис. 1).

Мощность, расходуемая приводом ротора:

фрезерующего

$$N_{\phi\Sigma} = (N_{\phi} + N_{\tau1}) / \eta_1 ; \tag{1}$$

подающего

$$N_{п\Sigma} = (N_{п} + N_{\tau2}) / \eta_2 , \tag{2}$$

где N_{ϕ} , $N_{п}$ – активная мощность фрезерования и подачи, кВт;

$N_{\tau1}$, $N_{\tau2}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения в подшипниках фрезерующего и подающего роторов, кВт;

η_1 , η_2 – КПД приводов фрезерующего и подающего роторов.

Активная мощность [2]:

фрезерования

$$N_{\phi} = 10^{-3} F_x \text{окр} v_1 ; \tag{3}$$

подачи

$$N_{п} = 10^{-3} F_{п} v_2 , \tag{4}$$

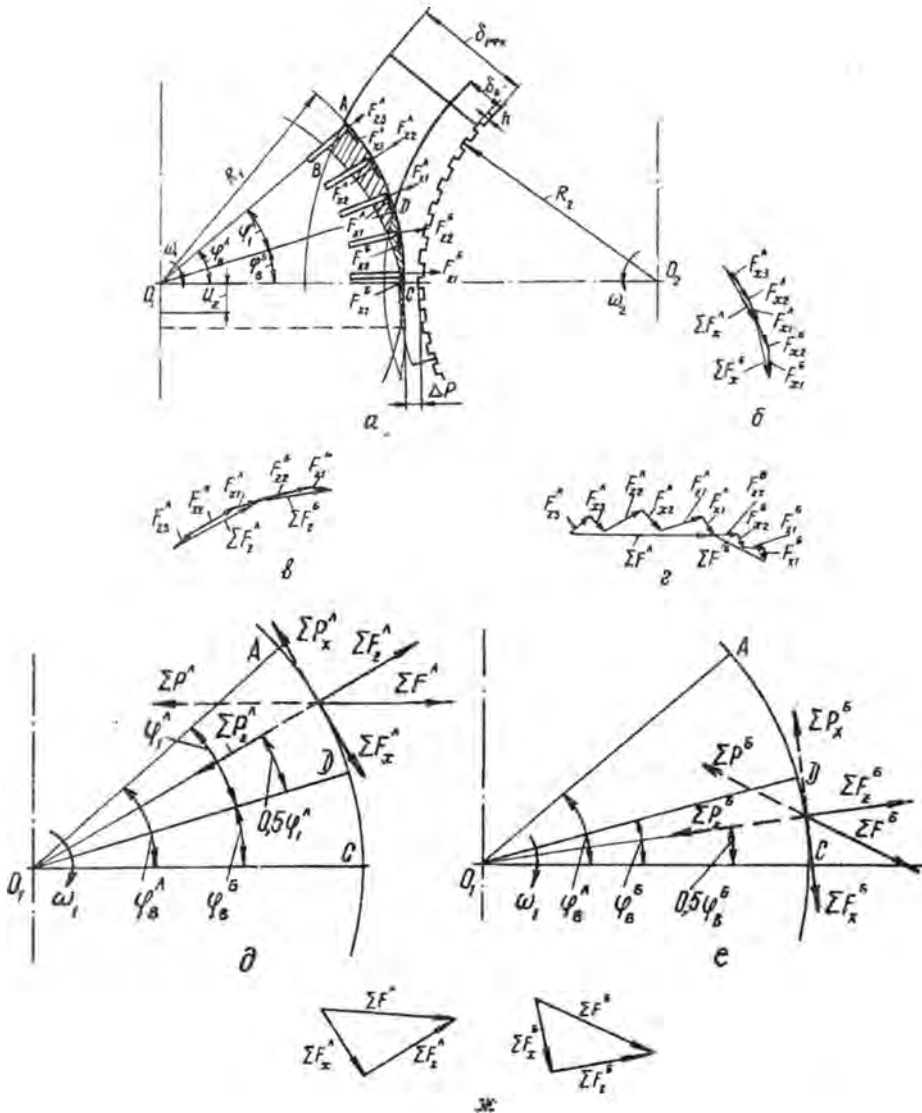


Рис. 1. Силовое воздействие группы ножей фрезерующего ротора на луб (Л) и бересту (Б) РФК в отделяющих роторах: а – касательные $F_{x(i)}^A, F_{x(i)}^B$ и нормальные $F_{z(i)}^A, F_{z(i)}^B$ составляющие силы резания; б – равнодействующая касательных составляющих сил резания $\Sigma F_x^A, \Sigma F_x^B$; в – равнодействующая нормальных составляющих сил резания $\Sigma F_z^A, \Sigma F_z^B$; г – суммарная сила резания $\Sigma F^A, \Sigma F^B$; д – суммарная сила резания луба $\Sigma F^A, \Sigma F^B$ с составляющими $\Sigma F_x^A, \Sigma F_z^A$ и сила сопротивления резанию луба ΣP^A с составляющими $\Sigma P_x^A, \Sigma P_z^A$ приведенные к среднему углу контакта ножей $\varphi_{ср}^A = 0,5 \varphi_1^A$; е – сила резания бересты ΣF^B и ее составляющие $\Sigma F_x^B, \Sigma F_z^B$, приведенные к среднему углу выхода $\varphi_{в,ср}^B = 0,5 \varphi_1^B$; ж – силовые треугольники, показывающие направление действия сил сопротивления резанию $\Sigma P^A, \Sigma P^B$

где $F_{x \text{ окр}}$ – средняя окружная касательная сила резания, Н,

$$F_{x \text{ окр}} = F_{x \text{ ср}} \frac{l z_1}{2\pi R_1} = F_{x \text{ ср}} \frac{\varphi_b z_1}{2\pi}; \quad (5)$$

$F_{x \text{ ср}}$ – среднее значение мгновенной касательной силы резания на дуге резания, Н;

l – длина дуги резания, мм;

z_1 – число ножей фрезы;

R_1 – радиус вершины ножей фрезы, мм;

φ_b – угол выхода ножа, рад;

$F_n = \Sigma F$ – сила подачи РФК, Н;

ΣF – суммарная сила резания, Н,

$$\Sigma F = \sqrt{F_{x \text{ ср}}^2 + F_{z \text{ ср}}^2}; \quad (6)$$

$F_{z \text{ ср}}$ – среднее значение нормальной составляющей силы резания на дуге резания, Н;

v_1, v_2 – скорость резания при фрезеровании и скорость подачи РФК, м/с.

Однако фрезерование луба в отделяющих роторах при вращательной подаче РФК [1] и использовании профиля рабочей поверхности подающего ротора (рис. 1) по сравнению с фрезерованием древесных материалов и поступательной подачей [2] имеет следующие особенности, которые необходимо учитывать в процессе определения сил резания $F_{x \text{ окр}}$ и ΣF . При наличии условия $\delta_b > \Delta_p$ (δ_b – толщина бересты; Δ_p – рабочий зазор в отделяющих роторах) и подпоре на бересту со стороны подающего ротора одновременно с фрезерованием луба происходит частичное фрезерование приграничного с лубом слоя бересты, что необходимо учитывать для нахождения средней силы резания:

касательной окружной

$$F_{x \text{ окр}} = F_{x \text{ окр}}^{\text{л}} + F_{x \text{ окр}}^{\text{б}}; \quad (7)$$

суммарной

$$\Sigma F = \Sigma F_{\text{ср}}^{\text{л}} + \Sigma F_{\text{ср}}^{\text{б}}, \quad (8)$$

где $F_{x \text{ окр}}^{\text{л}}, F_{x \text{ окр}}^{\text{б}}$ – средняя касательная окружная сила резания луба и бересты, Н;

$\Sigma F_{\text{ср}}^{\text{л}}, \Sigma F_{\text{ср}}^{\text{б}}$ – суммарная средняя сила резания луба и бересты, Н.

2. На дуге резания $\cup AC$ несколько ножей одновременно участвуют в фрезеровании луба

$$z_1^{\text{л}} = \frac{l_1}{S_1} = \frac{R_1 \varphi_1^{\text{л}}}{S_1} = \frac{R_1 (\varphi_b^{\text{л}} - \varphi_b^{\text{б}})}{S_1}; \quad (9)$$

бересты

$$z_1^b = \frac{l_b}{S_1} = \frac{R_1 \varphi_1^b}{S_1}, \quad (10)$$

где $z_1^л, z_1^б$ – число одновременно режущих ножей при фрезеровании луба и бересты;

$l_л, l_b$ – длина дуги резания луба и бересты, мм, $l_л = \cup AD$;
 $l_b = \cup DC$;

S_1 – длина дуги окружности между соседними ножами, мм;

R_1 – радиус вершины ножей фрезерующего ротора, мм;

$\varphi_1^л$ – угол контакта ножей с лубом, соответствующий дуге резания $\cup AD$, рад;

$\varphi_в^л, \varphi_в^б$ – угол выхода ножа при резании луба и бересты, рад.

Угол выхода ножа при резании:

луба [1]

$$\varphi_в^л = \sqrt{\frac{(R_2 + \delta_{р\text{ФК}} - h)^2 - (R_2 + \Delta_p)^2}{R_1(R_1 + R_2 + \Delta_p)}}; \quad (11)$$

бересты [1]

$$\varphi_в^б = \sqrt{\frac{(R_2 + \delta_г - h)^2 - (R_2 + \Delta_p)^2}{R_1(R_1 + R_2 + \Delta_p)}} \quad (12)$$

Угол контакта ножей с лубом

$$\varphi_1^л = \sqrt{\frac{(R_2 + \delta_{р\text{ФК}} - h)^2 - (R_2 + \delta_с - h)^2}{R_1(R_1 + R_2 + \Delta_p)}} \quad (13)$$

где R_2 – радиус выступов подающего ротора, мм;

$\delta_{р\text{ФК}}$ – толщина РФК, мм;

h – глубина пазов рабочей поверхности подающего ротора, мм.

3. Число одновременно режущих ножей $z_1^л$ и $z_1^б$ на дугах резания $\cup AD$ и $\cup DC$ необходимо учитывать при определении

$F_{\text{л о к р}}^л, F_{\text{л о к р}}^б, \Sigma F_{\text{ср}}^л, \Sigma F_{\text{ср}}^б$.

С учетом замены в (3) $z_1 = \frac{2\pi R_1}{S_1}$ получаем следующие выра-

жения для определения средней касательной окружной силы резания при фрезеровании:

луба ($\varphi_1^n = \varphi_b^n - \varphi_b^b$)

$$F_{\text{х ок р}}^n = F_{\text{х ср}}^n \frac{R_1 \varphi_1^n}{S_1} = F_{\text{х ср}}^n z_1^n; \quad (14)$$

бересты ($\varphi_1^b = \varphi_b^b$)

$$F_{\text{х ок р}}^b = F_{\text{х ср}}^b \frac{R_1 \varphi_1^b}{S_1} = F_{\text{х ср}}^b z_1^b. \quad (15)$$

Суммарная средняя сила резания при фрезеровании:

луба

$$\begin{aligned} \sum F_{\text{ср}}^n &= z_1^n \sqrt{(F_{\text{х ср}}^n)^2 + (F_{\text{з ср}}^n)^2} = z_1^n \sqrt{(F_{\text{х ср}}^n)^2 + (m_n F_{\text{х ср}}^n)^2} = \\ &= z_1^n F_{\text{х ср}}^n \sqrt{1 + m_n^2} = z_1^n F_{\text{х ср}}^n K_3 = F_{\text{х ок р}}^n K_3; \end{aligned} \quad (16)$$

бересты

$$\begin{aligned} \sum F_{\text{ср}}^b &= z_1^b \sqrt{(F_{\text{х ср}}^b)^2 + (F_{\text{з ср}}^b)^2} = z_1^b \sqrt{(F_{\text{х ср}}^b)^2 + (m_b F_{\text{х ср}}^b)^2} = \\ &= z_1^b F_{\text{х ср}}^b \sqrt{1 + m_b^2} = z_1^b F_{\text{х ср}}^b K_4 = F_{\text{х ок р}}^b K_4, \end{aligned} \quad (17)$$

где $F_{\text{х ср}}^n, F_{\text{х ср}}^b$ – среднее значение нормальной составляющей силы фрезерования луба и бересты, Н;

m_n, m_b – коэффициент пропорциональности для луба и бересты;

$$K_3 = \sqrt{1 + m_n^2}; \quad (18)$$

$$K_4 = \sqrt{1 + m_b^2}. \quad (19)$$

4. При определении среднего значения мгновенной касательной составляющей силы резания луба $F_{\text{х ср}}^n$ и бересты $F_{\text{х ср}}^b$ для условий вращательной подачи РФК и подпоре на бересту со стороны подающего ротора (рис. 1) необходимо учитывать следующее:

а) увеличение толщины снимаемой стружки за счет вращательной подачи путем введения в расчет [1] коэффициента

$$K = (R_1 + R_2) / R_2; \quad (20)$$

б) деление дуги резания $\cup AC$ на две части:

$\cup AD$ – фрезерование луба с углом контакта $\varphi_1^n = \varphi_b^n - \varphi_b^b$;

$\cup DC$ – фрезерование бересты с углом контакта $\varphi_1^b = \varphi_b^b$;

в) наличие переменных сил $F_{\text{х ср}}^n$ и $F_{\text{х ср}}^b$ от одновременно режущих ножей z_1^n и z_1^b на соответствующих дугах резания; $F_{\text{х ср}}^n$

и $F_{\text{х ср}}^b$ рассчитаны по средней толщине стружки $a_{\text{ср}}$ и среднему углу контакта $\varphi_{\text{ср}}$, который при фрезеровании луба равен $\varphi_1 / 2$ и бересты – $\varphi_b / 2$.

С учетом указанных особенностей среднее значение мгновенной касательной силы резания при фрезеровании принимает следующий вид:

для луба ($\cup AD$)

$$F_{x\text{cp}}^n = F_{уд}^n B a_{cp}^n = K F_{уд}^n B u_z \frac{\varphi_1^n}{2}; \quad (21)$$

для бересты ($\cup DC$)

$$F_{x\text{cp}}^b = F_{уд}^b B a_{cp}^b = K F_{уд}^b B u_z \frac{\varphi_b^b}{2}, \quad (22)$$

где $F_{уд}^n$ и $F_{уд}^b$ – удельная сила резания луба и бересты, Н/мм²;

B – ширина фрезерования, мм,

$$B = 0,5 L K_1; \quad (23)$$

0,5 – коэффициент, учитывающий наличие в установке двух пар отделяющих роторов;

L – длина рабочей пары отделяющих роторов, мм;

K_1 – коэффициент, учитывающий заполнение РФК подающего ротора по его длине в пределах $0,5L$;

u_z – продольная подача РФК на один нож, мм,

$$u_z = \frac{v_z}{v_1} t_1; \quad (24)$$

t_1 – шаг расположения ножей в фрезерующем роторе, мм, $t_1 \approx S_1$.

После подстановки значений (21) и (22) соответственно в (14) и (15) получаем выражения для определения средней касательной окружной силы резания при фрезеровании:

луба

$$F_{x\text{окp}}^n = K F_{уд}^n B u_z \frac{R_1 (\varphi_1^n)^2}{2S_1}; \quad (25)$$

бересты

$$F_{x\text{окp}}^b = K F_{уд}^b B u_z \frac{R_1 (\varphi_b^b)^2}{2S_1}. \quad (26)$$

После подстановки (25) и (26) соответственно в (16) и (17) имеем суммарную среднюю силу резания при фрезеровании:

луба

$$\sum F_{cp}^n = K_3 K F_{уд}^n B u_z \frac{R_1 (\varphi_1^n)^2}{2S_1}; \quad (27)$$

бересты

$$\sum F_{cp}^b = K_3 K F_{уд}^b B u_z \frac{R_1 (\varphi_b^b)^2}{2S_1}. \quad (28)$$

После подстановки (25), (26) и (27), (28) соответственно в (7) и (8) при одновременном фрезеровании луба и бересты получаем среднюю силу резания:

касательную окружную

$$F_{x \text{ ок } p} = K B u_z \frac{R_1}{2S_1} \left[F_{уд}^n (\varphi_1^n)^2 + F_{уд}^b (\varphi_b^b)^2 \right]; \quad (29)$$

суммарную

$$\sum F = K B u_z \frac{R_1}{2S_1} \left[K_3 F_{уд}^n (\varphi_1^n)^2 + K_4 F_{уд}^b (\varphi_b^b)^2 \right]. \quad (30)$$

Подставив (29), (30) соответственно в (3), (4) с учетом (23), получаем выражение для определения активной мощности для одной пары отделяющих роторов:

при фрезеровании луба и бересты

$$N_{\phi} = 0,5 \cdot 10^{-3} K K_1 K_2 v_1 \frac{u_z L R_1}{2S_1} \left[F_{уд}^n (\varphi_1^n)^2 + F_{уд}^b (\varphi_b^b)^2 \right]; \quad (31)$$

при вращательной подаче РФК

$$N_n = 0,5 \cdot 10^{-3} K K_1 K_2 v_2 \frac{u_z L R_1}{2S_1} \left[K_3 F_{уд}^n (\varphi_1^n)^2 + K_4 F_{уд}^b (\varphi_b^b)^2 \right]. \quad (32)$$

Мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения в подшипниках ротора: фрезерующего

$$N_{T1} = 10^{-3} T_{T1} \omega_1; \quad (33)$$

подающего

$$N_{T2} = 10^{-3} T_{T2} \omega_2, \quad (34)$$

где T_{T1}, T_{T2} – моменты трения в подшипниках фрезерующего и подающего роторов, Н·м,

$$T_{T1} = 0,5 \cdot 10^{-3} F_{r1} f_r d_1; \quad (35)$$

$$T_{T2} = 0,5 \cdot 10^{-3} F_{r2} f_r d_2; \quad (36)$$

F_{r1}, F_{r2} – результирующая сила, действующая на подшипники фрезерующего и подающего роторов, Н (рис. 2, в, з);

f_r – условный коэффициент трения, приведенный к посадочному диаметру внутреннего кольца подшипника (для радиальных подшипников с цилиндрическими роликами – 0,0010, с шариками – 0,0015);

d_1, d_2 – посадочный диаметр внутреннего кольца подшипника вала фрезерующего и подающего роторов, мм, $d_1 = d_2 = d$;

ω_1, ω_2 – угловые скорости фрезерующего и подающего роторов, рад/с.

Для определения результирующих сил F_{r1}, F_{r1} приводим составляющие сил сопротивления резанию луба $\sum P^n$ и бересты $\sum P^b$ к валу фрезерующего ротора (рис. 2, а), а составляющие сил резания луба $\sum F_{ср}^n$ и бересты $\sum F_{ср}^b$ к валу подающего ротора (рис. 2, б). Силы тяжести G_1 и G_2 приложим к подшипникам вала фрезерующего и подающего роторов.

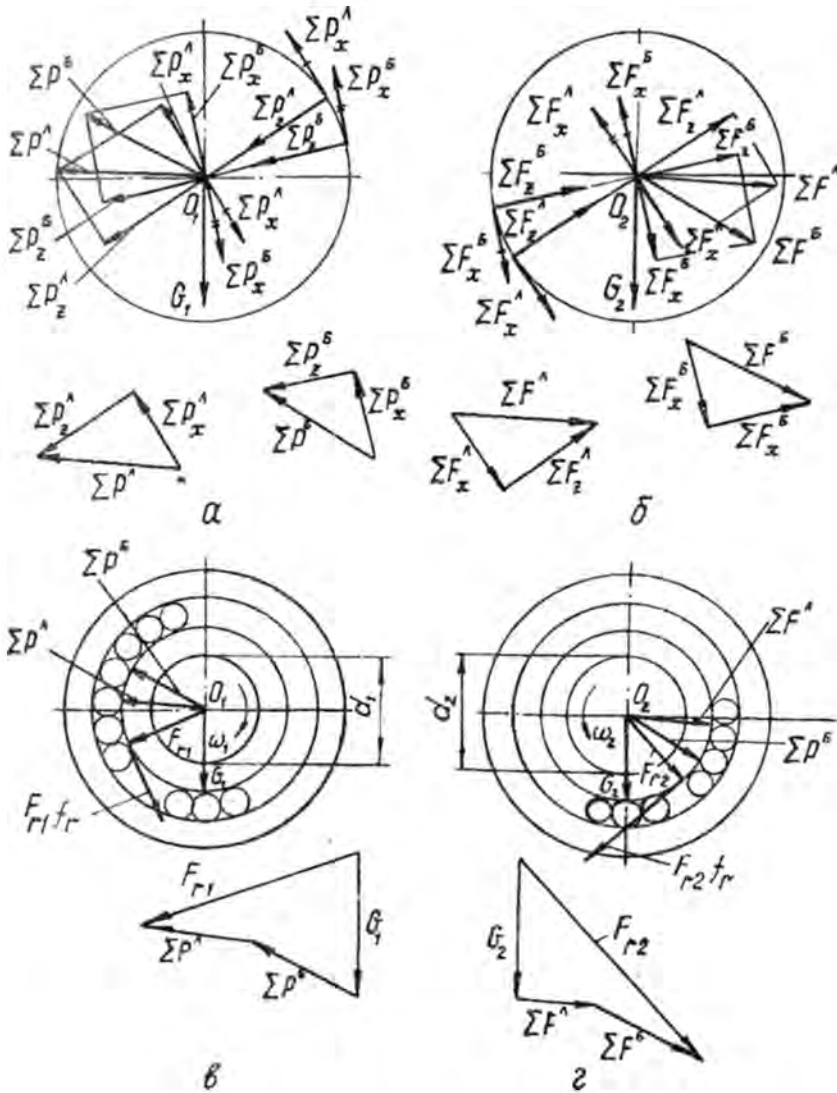


Рис. 2. Силы, приведенные к валу (а, б), и силы трения в подшипниках отделяющих роторов (в, з): а, в – фрезерующий ротор; б, з – подающий ротор

Из рис. 2, в, з и приведенных на них многоугольников сил следует

$$F_{r1} = G_1 - (\Sigma P_{cp}^a + \Sigma P_{cp}^b); \quad (37)$$

$$F_{r1} = G_2 + (\Sigma F_{cp}^a + \Sigma F_{cp}^b), \quad (38)$$

где G_1, G_2 – сила тяжести фрезерующего и подающего роторов, Н,

$$G_1 = m_{p1} g; \quad (39)$$

$$G_2 = m_{p2} g; \quad (40)$$

m_{p1}, m_{p2} – масса фрезерующего и подающего роторов, кг;
 g – ускорение силы тяжести, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

$\sum P_{c.p.}^n, \sum P_{c.p.}^b$ – суммарная средняя сила сопротивления резанию луба и бересты, Н,

$$\sum P_{c.p.}^n = -\sum F_{c.p.}^n; \quad \sum P_{c.p.}^b = -\sum F_{c.p.}^b$$

Проверочные расчеты показывают, что

$$(\sum P_{c.p.}^n + \sum P_{c.p.}^b) \ll G_1; \quad (\sum F_{c.p.}^n + \sum F_{c.p.}^b) \ll G_2.$$

С учетом этого можно принять

$$F_{r1} \approx G_1 = m_{p1}g; \quad (41)$$

$$F_{r2} \approx G_2 = m_{p2}g. \quad (42)$$

После подстановки (41), (42) соответственно в (35), (36) и далее в (33), (34) с учетом замены $\omega_1 = v_1/R_1$ (43) и $\omega_2 = v_2/R_2$ (44) получаем следующие уравнения для определения мощности трения в подшипниках роторов: фрезерующего

$$N_{r1} = 0,5 \cdot 10^{-3} m_{p1} g f_r d \frac{v_1}{R_1}; \quad (45)$$

подающего

$$N_{r2} = 0,5 \cdot 10^{-3} m_{p2} g f_r d \frac{v_2}{R_2}. \quad (46)$$

После подстановки (31), (32) и (45), (46) соответственно в (1) и (2) с учетом (20), (24) имеем выражения для определения расходуемой приводами роторов мощности: фрезерующего

$$N_{\Phi\Sigma} = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{v_1}{\eta_1 R_1} \left\{ K_1 K_2 \frac{L R_1^2 (R_1 + R_2) v_2}{2 R_2 v_1} [F_{y\lambda}^n (\varphi_1^n)^2 + F_{y\lambda}^b (\varphi_b^b)^2] + m_{p1} g f_r d \right\}; \quad (47)$$

подающего

$$N_{n\Sigma} = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{v_2}{\eta_2 R_2} \left\{ K_1 K_2 \frac{L R_1 (R_1 + R_2) v_2}{2 v_1} [K_3 F_{y\lambda}^n (\varphi_1^n)^2 + K_4 F_{y\lambda}^b (\varphi_b^b)^2] + m_{p2} g f_r d \right\}. \quad (48)$$

Выводы

1. Полученные зависимости для определения мощности, расходуемой приводами фрезерующего $N_{\Phi\Sigma}$ и подающего $N_{n\Sigma}$ роторов, позволяют без проведения эксперимента определять энергозатраты при различных режимах работы и параметрах отделяющих роторов.

2. Мощность, расходуемая приводами фрезерующего и подающего роторов, прямо пропорциональна произведению управляемых конструктивных параметров $R_1(R_1+R_2)$ и обратно пропорциональна R_2 .

3. Наличие функции энергопотребления приводами отделяющих роторов позволяет приступить к составлению целевой функции в виде суммарного стоимостного показателя для оптимизации параметров и режимов работы отделяющих роторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Воскресенский В. Е. Определение толщины стружки и силы резания при отделении луба от бересты фрезерованием при вращательной подаче // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТА. - Л., 1994. [2]. Любченко В. И. Резание древесины и древесных материалов. - М.: Лесн. пром-сть, 1986. - 292 с.

Поступила 15 февраля 1995 г.

УДК 539.4 : 674.815

Ю.Ф. ЧЕРНЫШЕВ, Н.И. ОСТРОУХОВА

Красноярский государственный технический университет

Чернышев Юрий Филиппович родился в 1927 г., окончил в 1951 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов Красноярского государственного технического университета. Имеет свыше 100 печатных трудов.



Остроухова Нелли Ивановна родилась в 1950 г., окончила в 1973 г. Красноярский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов Красноярского государственного технического университета. Имеет 21 печатный труд.



ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ МАТЕРИАЛА НА НАПРЯЖЕНИЯ В ДЕРЕВЯННОЙ ВТУЛКЕ

Рассмотрена задача определения тангенциальных напряжений в деревянной осесимметричной втулке, испытывающей внешнее давление. Установлены пределы применимости гипотезы об однородности материала деревянной втулки.

The problem of determining tangential stresses in wooden axisymmetric bushing exposed to external pressure has been considered. The applicability ranges of the hypothesis on wooden bushing material homogeneity have been defined.

Известно, что плотность прессованной древесины толстостенных втулок подшипников скольжения от периферийной части к центральной меняется в широких пределах и зависит от способа их получения и технологии прессования. Например, при изготовлении деревянных втулок контурного прессования плотность ее от периферии к центру уменьшается на 15 ... 25 % [7]. Неравномерность плотности материала толстостенной втулки особенно увеличивается при ее пропитке расплавленными цветными металлами на основе олова или свинца (металлизированная прессованная древесина (МДП) [3, 6]).

Механические свойства древесины, в том числе и модуль упругости, в сильной степени зависят от ее плотности. В частности, модуль упругости древесины – величина, линейно зависящая от плотности и изменяющаяся вдоль радиуса втулки по известному закону.

Теоретический и практический интерес представляет случай, когда

$$E = E_0 \rho^{\nu}, \quad (1)$$

где $\rho = r / r_1$;

r, r_1 – соответственно радиусы внешнего и промежуточного волокон втулки;

E_0, E – соответственно модули упругости на внешнем и промежуточном волокнах с радиусом втулки r в тангенциальном направлении;

ν – некоторая, соответствующим образом подобранная постоянная, отображающая интенсивность изменения плотности и модуля упругости по радиусу втулки (показатель неоднородности материала втулки).

Принятие гипотезы об однородности материала толстостенной деревянной втулки по ее радиусу значительно упрощает расчет напряженно-деформированного состояния и во многих случаях бывает оправданным, так как дает незначительную ошибку.

Необходимо установить пределы применимости этой гипотезы и определить как влияют на точность расчета постоянная ν и относи-

тельный геометрический размер $C = r_2 / r_1$ (r_2 – радиус внутреннего волокна втулки). Показатель анизотропии $K = (E_0 / E_r)^{0.5}$.

Исследуем частный случай загрузки толстостенной анизотропной втулки только внешним давлением P .

Поскольку главную роль в создании напряженно-деформированного состояния анизотропной втулки играют тангенциальные напряжения, ограничимся анализом этих напряжений на ее внешнем и внутреннем волокне.

Запишем формулу тангенциальных напряжений для толстостенной втулки при действии на нее только внешнего давления $P_1 = P$ с учетом неоднородности материала по радиусу [5]:

$$\sigma_{\theta} = \left[\frac{\lambda_1 \rho^{\lambda_1-1}}{1 - C^{\lambda_1-\lambda_2}} - \frac{\lambda_2 \rho^{\lambda_2-1}}{C^{\lambda_2-\lambda_1} - 1} \right] (-P). \quad (2)$$

$$\text{Здесь } \lambda_{1,2} = \frac{\nu \pm \sqrt{\nu^2 + 4(1-\mu\nu)K^2}}{2};$$

μ – коэффициент поперечной деформации.

Для удобства дальнейших выкладок обозначим $a = \frac{\nu}{2}$;

$b = \sqrt{\left(\frac{\nu}{2}\right)^2 + (1-\mu\nu)K^2}$. Подставив $\lambda_{1,2} = a \pm b$ в (2), получим

$$\sigma_{\theta} = \left[\frac{(a+b)\rho^{a+b-1}}{1 - C^{2b}} - \frac{(a-b)\rho^{a-b-1}}{C^{-2b} - 1} \right] (-P). \quad (3)$$

Определим тангенциальное напряжение на внешнем волокне σ_1 при $r = r_1$, т. е. при $\rho = 1$. После подстановки в (3) и алгебраических преобразований

$$\sigma_1 = \left[a + b \frac{1 + C^{2b}}{1 - C^{2b}} \right] (-P). \quad (4)$$

Если принять, что плотность материала втулки постоянна по радиусу, т. е. $\nu = 0$, то будем иметь

$$\sigma_1 = K \frac{1 + C^{2K}}{1 - C^{2K}} (-P). \quad (5)$$

Формула (5) может быть легко получена из решения общей задачи напряженно-деформированного состояния деревянной втулки, приведенной в работах [1, 2].

Определим тангенциальное напряжение на внутреннем волокне втулки при действии на нее только внешнего давления $P_1 = P$. Для этого в формулу (2) подставим $r = r_2$, т. е. $\rho = C$. После алгебраических преобразований получим

$$\sigma_{\theta} = \frac{2b C^{a+b-1}}{1 - C^{2b}} (-P). \quad (6)$$

Приняв плотность втулки постоянной по ее радиусу и подставив в (6) $\nu = 0$, будем иметь

$$\sigma_{II} = \frac{2K C^{K-1}}{1 - C^{2K}} (-P). \quad (7)$$

Формула (7) может быть получена из решений, приведенных в работах [1, 2].

Если в формулах (5), (7) принять $K = 1$, т. е. считать материал втулки изотропным, то получим тангенциальные напряжения для частного случая загрузки в известной задаче Г. Ламе для изотропного толстостенного цилиндра [4].

Определим по формуле (4) напряжения на внешнем волокне втулки из МДП при действии на нее внешнего давления для ν , меняющегося от -4 до +4.

Расчет напряжений σ_I проведем для втулок с $K = 2$, $\mu = 0,3$ и $C = 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9$.

Затем найдем напряжения σ_I по формуле (5) в предположении однородности материала втулки по радиусу ($\nu = 0$) при тех же параметрах втулки K и C . После этого определим процент расхождения P этих напряжений, приняв напряжение σ_I за 100 %. Результаты расчетов представлены на рисунке а.

Аналогично рассчитаем напряжения на внутреннем волокне втулки σ_{II} и σ_I по формулам (6) и (7) при тех же параметрах ν , μ , K , C и процент расхождения для них (рисунк б).

Из данных работ [3, 6] следует, что во втулках, изготовленных из МДП, плотность внешних волокон не может быть больше (или меньше) в 4 раза плотности внутренних волокон. Необходимо установить пределы применимости закономерностей, изображенных на рис. 1, исходя из того, что материалом втулки служит МДП.

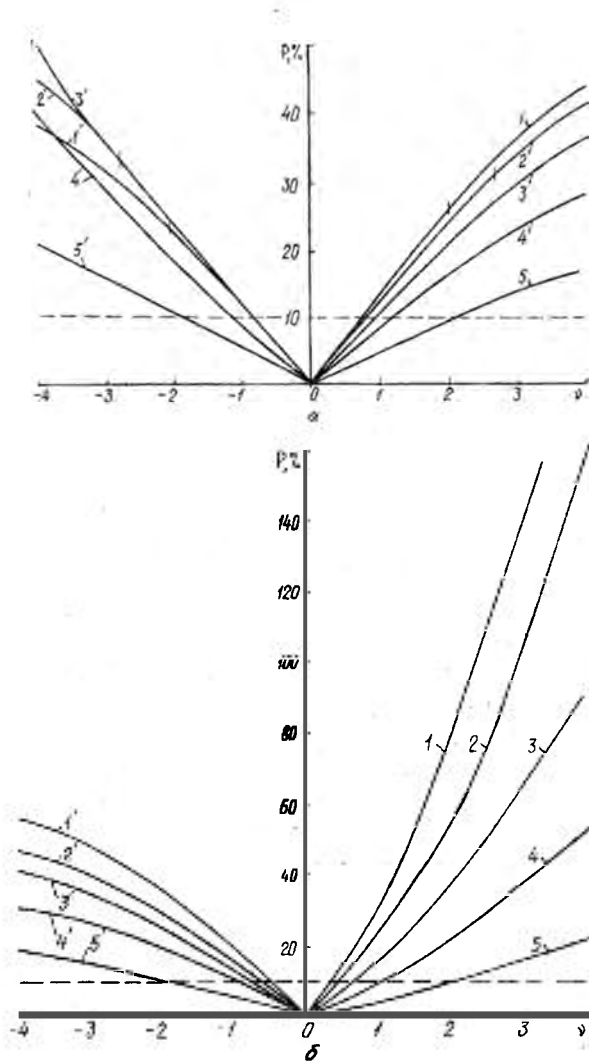
Анализируя формулу (1), легко установить, что при положительных значениях ν модуль упругости материала втулки уменьшается от внешнего волокна втулки к внутреннему, при отрицательных – увеличивается от внешнего волокна к внутреннему.

В таблице приведены значения коэффициента уменьшения (увеличения) Π модуля упругости от внешнего к внутреннему волокну в зависимости от C и ν (расчет E сделан по формуле (1)).

Показатель неоднородности $\pm \nu$	Коэффициент Π при различных C				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1,00	2,00	1,67	1,43	1,25	1,11
2,00	4,00	2,78	2,04	1,56	1,23
2,71	6,54	4,00	2,63	1,83	1,33
3,00	8,00	4,63	2,91	1,95	1,33
3,88	14,72	7,26	4,00	2,38	1,50
4,00	16,00	7,72	4,16	2,44	1,52

Данные таблицы показывают, что только для втулок с $C = 0,7$; $0,8$; $0,9$ приведенные на рисунке графики соответствуют реально существующему материалу МДП в указанных пределах величины ν .

Для втулок $C = 0,5$; $0,6$ эти графики соответствуют реальному материалу МДП до значений ν , равных $\pm 2,00$ и $\pm 2,71$.



Расхождение (P) напряжений σ_1, σ_1' (a) и $\sigma_{II}, \sigma_{II}'$ (б) в зависимости от ν при различных значениях C ($K = 2$; $\mu = 0,3$): 1, 1' - $C = 0,5$; 2, 2' - $0,6$; 3, 3' - $0,7$; 4, 4' - $0,8$; 5, 5' - $0,9$

Гипотеза об однородности материала, согласно рисунка *a*, для втулок с $C = 0,9$ может быть применена до $\nu = \pm 2,30$ ($\Pi = 1,27$), а для остальных втулок с $C = 0,5; 0,6; 0,7; 0,8$ – до $\nu = \pm 1,00$ ($\Pi = 2,0; 1,67; 1,43; 1,25; 1,11$).

Согласно рисунка *b* для втулок с $C = 0,9$ этой гипотезой можно пользоваться также до $\nu = \pm 2,30$ ($\Pi = 1,27$), а для втулок с $C = 0,5; 0,6$ – до $\nu = \pm 0,50$ ($\Pi = 1,41; 1,29$); $C = 0,7$ – до $\nu = \pm 0,75$ ($\Pi = 1,31$); $C = 0,8$ – до $\nu = \pm 1,00$ ($\Pi = 1,25$).

При указанных значениях C и ν применение гипотезы однородности материалов для расчетов напряжений σ_I и σ_{II} дает ошибку не более 10 %.

При величинах ν , более вышеуказанных, для напряжений σ_I ошибка составляет около 20 %, для σ_{II} – около 60 ... 80 % (см. рисунок).

Таким образом, установлены пределы применимости гипотезы однородности материала при расчетах напряженно-деформированного состояния деревянных неоднородных втулок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Борисов В.Н., Чернышев Ю.Ф. Напряжения в деревянных втулках при действии внутреннего и внешнего давлений // Лесн. журн. - 1971. - № 4. - С. 60-63. - (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Митинский А.Н. Напряжения в толстостенной анизотропной трубе под действием наружного и внутреннего давлений // Сб. науч. тр. - Л.: Изд-во ИИЖДТ, 1948. - Вып. 136. - С. 55-61. [3]. Мовнин М.С., Гнусов Ю.В., Берзиньш Г.В. О физико-механических свойствах металлопрессованной древесины и равномерности распределения компонентов металл-дерево // Науч. тр. / ЛТА. - 1968. - Вып. 83. - С. 141-145. [4]. Соппротивление материалов / Г.С. Писаренко, В.А. Агарев, А.Л. Квитка и др. - Киев: Вища шк., 1979. - 695 с. [5]. Чернышев Ю.Ф. Напряженное состояние ортотропного цилиндра переменной плотности // Лесн. журн. - 1990. - № 6. - С. 71-75. - (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Чубов Н.И. Металлизированная прессованная древесина. - Воронеж: ВГУ, 1975. - 136 с. [7]. Шейдин И.А., Пюдик П.Э. Технология производства древесных пластиков и их применение. - М.: Лесн. пром-сть, 1971. - 264 с.

Поступила 4 апреля 1995 г.

УДК 630*812

В.Н. ВОЛЫНСКИЙ

Архангельский государственный технический университет

Волынский Владимир Николаевич родился в 1938 г., окончил в 1960 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры деревообработки Архангельского государственного технического университета. Имеет свыше 70 публикаций в области древесиноведения (прочность и упругость древесины, взаимосвязь показателей) и склеивания древесины.



ВЛИЯНИЕ НАКЛОНА ВОЛОКОН НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДРЕВЕСИНЫ

Оценено влияние наклона волокон на показатели механической прочности древесины и предложена упрощенная зависимость, основанная на средних значениях прочности и модуля упругости поперек волокон в долях от показателей вдоль волокон.

The effect of fibers pitch on stress-strain properties of wood has been estimated. A reduced function based on mean values of strength and modulus of elasticity across the grain in units against the indices that of along the grain has been put forward.

Наклон волокон древесины – существенный фактор, обуславливающий ее анизотропию. Например, показатели прочности и жесткости древесины вдоль волокон примерно в 20–30 раз выше, чем поперек.

Теоретически этот вопрос достаточно хорошо рассмотрен в работе Е.К. Ашкенази [1], где древесину считают ортотропным материалом, имеющим три оси симметрии – с продольным, радиальным и тангенциальным направлениями вдоль волокон. Для практических целей можно не делать различия между радиальными и тангенциальными направлениями, т. е. считать древесину трансотропным материалом с двумя осями симметрии. Это позволяет значительно упростить аналитические выражения в теории упругости анизотропного тела.

Согласно [2], расчетная зависимость имеет вид

$$\frac{E_{\alpha}}{E_0} = \frac{1}{\cos^4 \alpha + b \sin^2 2\alpha + c \sin^4 \alpha}, \quad (1)$$

где E_{α} , E_0 – соответственно модули упругости древесины в направлении под углом α к направлению волокон и вдоль волокон;

$$b = \frac{E_0}{E_{45}} - \frac{1+c}{4};$$

E_{45} – модуль упругости при $\alpha = 45^\circ$;

$$c = E_0 / E_{90};$$

E_{90} – модуль упругости поперек волокон при $\alpha = 90^\circ$.

Совершенно аналогично выглядит зависимость и для пределов прочности σ . Следовательно, для расчета E или σ под углом α к направлению волокон необходимо знать эти параметры при $\alpha = 0; 45; 90^\circ$.

Некоторые справочные данные для древесины березы представлены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Показатели	Значение показателей для испытаний	
	на сжатие	на растяжение
σ_0	76,7 / 100,0	163,6 / 100,0
σ_{45}	37,3 / 49,0	15,0 / 8,9
σ_{90}	7,2 / 9,4	7,3 / 4,4

Примечание. В числителе приведены данные в мегапаскалях, в знаменателе – в процентах.

Как видно из табл. 1, прочность при сжатии поперек волокон составляет всего 9,4 % от прочности при сжатии вдоль волокон. Поэтому даже небольшой косослой в образцах способен заметно снизить значение этого показателя. При растяжении влияние анизотропии на прочность древесины выражено еще сильнее: поперек волокон прочность составляет 4,4 % от значения $[\sigma]$ вдоль волокон. Поскольку прочность при изгибе определяется главным образом прочностью при растяжении, то можно полагать, что при изгибе и растяжении влияние косослоя идентично.

В работе [4, с. 612] дана формула, учитывающая модули упругости только вдоль и поперек волокон:

$$\frac{1}{E_\alpha} = \frac{1}{E_0} \cos^n \alpha + \frac{1}{E_{90}} \sin^n \alpha. \quad (2)$$

При испытании на изгиб $n = 3$.

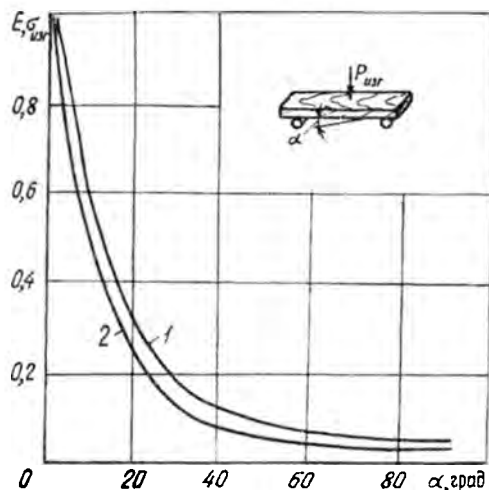
Существуют аналогичные зависимости для пределов прочности при растяжении и сжатии древесины под различными углами между направлением силы и направлением волокон (формула Р. Баумана [4]):

$$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_0 \sigma_{90}}{\sigma_0 \sin^n \alpha + \sigma_{90} \cos^n \alpha}, \quad (3)$$

где $n = 1,5 \dots 2,0$ – при растяжении, $n = 2,5$ – при сжатии.

Совместный график, показывающий влияние угла α в диапазоне от 0 до 90° на E и предел прочности при изгибе $\sigma_{изг}$, приведен на рис. 1.

Рис. 1. Зависимость модуля упругости E (1) и предела прочности при изгибе $\sigma_{изг}$ (2) от угла наклона волокон α ($P_{изг}$ – изгибающая сила)



Согласно ГОСТ 8486 – 66, в досках третьего сорта допускается наклон волокон до 12 %, т. е. до 6,84 °. Для практических целей вышеприведенные формулы неудобны, так как содержат величины, требующие дополнительного определения (σ_{90} , σ_0), и охватывают большой диапазон изменения α . Реально этот параметр не выходит за 6 ... 8 °, поэтому искомые зависимости можно упростить.

Для того, чтобы в зависимостях (2), (3) иметь только один неизвестный параметр α , примем σ_0 и E_0 за единицу, а σ_{90} и E_{90} выразим в долях единицы как средние значения отношений σ_{90} / σ_0 и E_{90} / E_0 .

Тогда зависимость механических показателей древесины y_α от угла наклона волокон можно представить в общем виде в долях от показателя прямослойной древесины ($y_0 = 1$):

$$y_\alpha = \frac{y_{90}}{\sin^n \alpha + y_{90} \cos^n \alpha} \quad (4)$$

где y_{90} – показатель в направлении поперек волокон ($\alpha = 90^\circ$).

Анализ баз данных [3] выявил, что отношения σ_{90} / σ_0 и E_{90} / E_0 не коррелируют с плотностью древесины. Отношение E_{90} / E_0 в среднем составило 0,062 при вариационном коэффициенте $v = 21\%$.

Для оценки функции $\sigma_{изг}(\alpha)$ выбрано отношение предела прочности при растяжении поперек волокон к пределу прочности при изгибе $\sigma_{изг}$.

Эта величина для хвойных и лиственных пород соответственно составила 0,042 при $v = 27,5\%$ и 0,076 при $v = 23,2\%$.

Показатель n при изгибе, согласно [3], для предела прочности равен 2,0, для модуля упругости – 3,0. Однако это касается случая измерения наклона волокон по пласти образца. Для практики более важен другой случай, когда имеет место наклон волокон по кромке образца, т. е. в направлении действия нагрузки. Его влияния будет еще более сильным, так как отклонение волокон от продольного направ-

ления усиливает опасность раскалывания древесины в местах перерезания волокон.

В специальной литературе отсутствуют данные о прямой экспериментальной проверке влияния угла наклона волокон на пределы прочности древесины. В связи с этим нами предпринята попытка оценить влияние этого фактора на предел прочности и модуль упругости в опытах на изгиб.

При проведении экспериментов использовали образцы из древесины сосны размером $400 \times 50 \times 16$ мм, влажностью 6 ... 8 % и трехточечную схему изгиба с пролетом 340 мм. Перед испытаниями у каждого образца определяли плотность древесины, а также наклон волокон по пласти и кромке. Всего испытано более 100 образцов, из которых 34 образца с заметными отклонениями волокон от продольного направления по кромке отобраны для последующего анализа.

Полученные значения показателей E и $\sigma_{изг}$ позволили плотность образцов привести к среднему значению, что исключило влияние этого фактора. Процедура приведения предусматривала определение уравнения связи $\sigma_{изг}$ и E с плотностью древесины и расчет поправочных коэффициентов на плотность.

Результаты испытаний показаны на рис. 2.

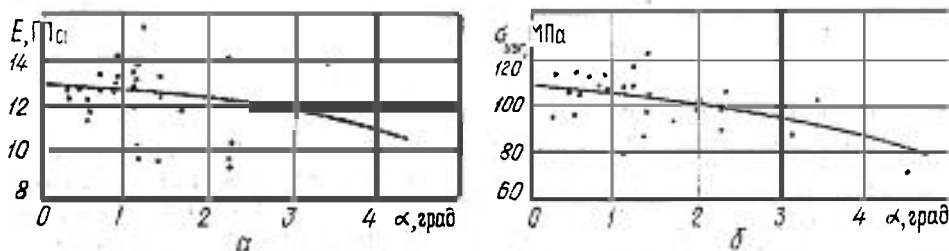


Рис. 2. Экспериментальные данные (точки) и расчетная зависимость модуля упругости (а) и предела прочности при изгибе (б) при малых углах наклона α

Максимальный угол наклона волокон к продольной оси образца составил около 4° . Исходя из экспериментальных данных установлено, что фактическое снижение прочности, как и ожидалось, больше рассчитанного по формуле (3). Подбор показателя степени n показал, что его величина должна быть равна примерно 1,75.

На основании известных литературных данных и собственных экспериментов в табл. 2 приведены примерные значения коэффициентов формулы (4), позволяющей учесть влияние угла наклона волокон на показатели чистой древесины.

Указанные в табл. 2 величины являются эмпирическими и вероятностными с коэффициентами вариации 20 ... 25 %. Расчетные коэффициенты имеют погрешность, которая увеличивается с ростом α . При малых углах (до 5°) погрешность результатов, полученных по формуле (3), составляет примерно $\pm 10\%$ при вероятности 0,9.

Таблица 2

Показатели древесины	n	У ₉₀	
		Хвойная	Лиственная
Предел прочности при растяжении	2,00	0,04	0,075
Предел прочности при изгибе:			
косослой по ширине	2,00	0,04	0,075
косослой по толщине	1,75	0,04	0,075
Предел прочности при сжатии	2,50	0,10	-
Модуль упругости при изгибе:			
косослой по ширине	3,00	0,06	-
косослой по толщине	1,75	0,06	-

Из проведенных опытов и расчетов следует, что для более точной оценки прочности при изгибе следует обращать внимание на наклон волокон как по пласти, так и по кромке образца. Для прочностной сортировки пиломатериалов путем замера модуля упругости при изгибе имеет значение тот факт, что влияние наклона волокон на модуль упругости и предел прочности при изгибе отличаются несущественно (см. рис. 1). Поэтому при оценке предела прочности по модулю упругости можно не вводить специальных поправочных коэффициентов на наличие косослоя в сортаментах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ашкенази Е.К. Анизотропия древесины и древесных материалов. - М.: Лесн. пром-сть, 1978. - 224 с. [2]. Ашкенази Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов. Справочник. - 2-е изд. - Л.: Машиностроение, 1980. - 248 с. [3]. Справочное руководство по древесине: Пер. с англ. - М.: Лесн. пром-сть, 1979. - 544 с. [4]. Kollmann F. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Bd. 1. - Berlin, 1951. - 1050 s.

Поступила 26 июня 1995 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 678.002 : 674.048

*С.С. НИКУЛИН, А.И. ДМИТРЕНКОВ, Т.Р. БУТЕНКО, С.Л. СИДОРОВ,
Н.Н. ШАПОВАЛОВА, О.А. ХОХЛОВА*

Воронежская государственная лесотехническая академия



Никulin Сергей Саввович родился в 1948 г., окончил в 1972 г. Воронежский технологический институт, доктор технических наук, профессор кафедры химии Воронежской государственной лесотехнической академии. Область научных интересов – разработка теоретических основ переработки и использования отходов и побочных продуктов нефтехимических производств и деревообработки и новых композиционных материалов на их основе.



Дмитренков Александр Иванович родился в 1960 г., окончил в 1983 г. Воронежский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры химии Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 70 научных работ в области переработки и использования отходов и побочных продуктов промышленности синтетического каучука и деревообработки, получения композиционных материалов на их основе.



Бутенко Тамара Романовна родилась в 1938 г., окончила в 1964 г. Воронежский технологический институт, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры органической химии Воронежского технологического института. Имеет около 100 печатных трудов в области переработки и использования отходов и побочных продуктов нефтехимических производств.



Сидоров Сергей Леонидович родился в 1937 г., окончил в 1961 г. Воронежский государственный университет, начальник ЦЗЛ АО "Воронежсинтезкаучук". Имеет более 70 печатных трудов в области синтеза высокомолекулярных соединений и разработки композиционных материалов на их основе.

Шаповалова Нина Николаевна родилась в 1945 г., окончила в 1967 г. Воронежский государственный университет, зам. начальника ЦЗЛ АО "Воронежсинтезкаучук". Имеет 25 печатных трудов в области синтеза полимерных материалов и разработки композиционных материалов на их основе.



Хохлова Ольга Анатольевна родилась в 1967 г., окончила в 1989 г. Воронежский технологический институт, инженер-химик ЦЗЛ АО "Воронежсинтезкаучук". Имеет 4 печатных труда в области разработки композиционных материалов на основе продукции промышленности синтетического каучука и деревообработки.



СОПОЛИМЕРЫ НА ОСНОВЕ КУБОВЫХ ОСТАТКОВ РЕКТИФИКАЦИИ СТИРОЛА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Показана возможность модификации древесноволокнистых плит за счет их пропитки сополимерами на основе непредельных кубовых остатков ректификации стирола с малеиновым или фталевым ангидридами.

The possibility of fiberboards modification by their copolymer impregnation on the base of unsaturated compounds of styrol rectification with maleic and phthalic anhydride has been revealed.

Одно из направлений по улучшению свойств древесины и изделий на ее основе – обработка их различными полимерными материалами. При этом достигается не только увеличение прочностных показателей, водо- и влагостойкости, но и улучшение декоративного вида изделий. Перспективными полимерными материалами в этом плане являются сополимеры, полученные на основе отходов нефтехимических производств, в частности кубовых остатков ректификации стирола (КОРС). На их основе в настоящее время выпускается в промышленных масштабах лакокрасочный материал – "лак КОРС" [1, 2, 4], представляющий собой углеводородный раствор сополимера непредельных соединений КОРС с малеиновым (МА) или фталевым (ФА) ангидридами [3]. Для пропитки древесины и изделий из нее может быть использован лак КОРС, который по некоторым своим показателям не соответствует нормативным требованиям. К таким показателям относятся цветность, мутность и др. Отклонения в показателях не оказывают отрицательного влияния на свойства пропитанных древесных материалов.

Цель данного исследования – улучшить свойства древесноволокнистых плит (ДВП) за счет использования в качестве пропиточного материала сополимера на основе непредельных соединений КОРС с МА или ФА.

Сополимеризацию непредельных соединений КОРС с МА или ФА проводили по общепринятой методике в присутствии радикальных инициаторов или катализаторов катионного типа [2]. Средняя молекулярная масса синтезированных сополимеров $\overline{M}_n = 20\ 000 \dots 40\ 000$; температура размягчения $90 \dots 100\ ^\circ\text{C}$ (по методу “кольцо и шар”). Таким образом, сополимер на основе КОРС при температуре пропитки $110 \dots 120\ ^\circ\text{C}$ находится в жидкофазном состоянии, имеет маслообразную консистенцию и может быть использован для пропитки ДВП как в сочетании с различными растворителями, так и без них. Наилучшими для этой цели являются смешанные растворители на основе ксилола с добавками ацетона, бутилацетата, бутанола, уайт-спирита. Наблюдаемое понижение вязкости растворов сополимера КОРС, приготовленного на смеси растворителей, позволяет при заданной вязкости использовать для пропитки высококонцентрированные лаки с малым содержанием растворителя и проводить пропитку при более низких температурах.

Изготовленные по стандартной технологии ДВП толщиной 6 мм подвергали обработке сополимерами на основе КОРС с МА или ФА в пропиточной ванне. Пропитку осуществляли при температуре $110 \dots 120\ ^\circ\text{C}$. Продолжительность пропитки $0,5 \dots 4,0$ мин. Количество сополимера, вошедшего в ДВП, определяли гравиметрически по увеличению массы плиты. Его варьировали в зависимости от продолжительности пропитки и изменения массовой доли лака КОРС в растворителе от 5 до 15 % мас.

Свойства ДВП, модифицированных сополимерами

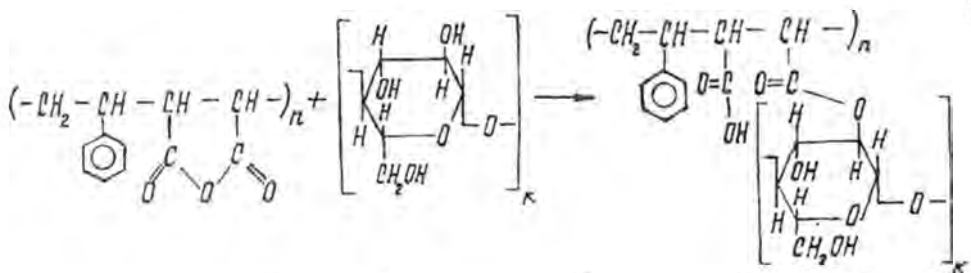
Показатели	Численные значения показателей при доле сополимера в ДВП, % мас.					
	2,3	5,2	7,8	8,3*	10,6	15,4
Плотность, кг/м ³	1095	1065	1080	1085	1100	1095
Влажность, %	8,5	8,1	8,0	7,9	8,0	8,0
Водопоглощение за 24 ч, %	8,9	8,0	7,9	7,7	7,9	7,8
Набухание по толщине за 24 ч, %	7,9	7,1	7,0	7,0	7,0	6,8
Предел прочности при изгибе, МПа	54,4	56,4	57,0	55,9	57,3	57,0

* Использован сополимер КОРС с ФА, в остальных случаях – с МА.

Проведенные исследования показали, что водо- и влагостойкость несколько снижаются при малом содержании (до 5 % мас.) сополимера КОРС в ДВП (см. таблицу). Однако увеличение доли сополимера КОРС в ДВП свыше 15 % нецелесообразно из-за отсутствия заметного улучшения показателей пропитанных плит. Кроме того, установлено, что применение углеводородного растворителя для растворения сополимера КОРС перед пропиткой ДВП оказывает положи-

тельное влияние на качество пропитки и свойства получаемых плит. Использование для пропитки лака КОРС, содержащего в растворе 40 ... 70 % мас., обеспечивает равномерное распределение сополимера в объеме ДВП, заполнение производственных дефектов, микро- и макропор. Использование растворителя позволяет снизить продолжительность пропитки на 15 ... 40 %. Однако его наличие повышает токсичность, пожароопасность и усложняет технологию за счет необходимости введения дополнительной стадии улавливания и обезвреживания растворителя. Но в некоторых случаях использование растворителя при пропитке ДВП полимерными материалами может быть целесообразно.

Наличие в составе сополимера КОРС ангидридных групп обуславливает возможность их взаимодействия с гидроксильными группами молекул целлюлозы:



Данное химическое взаимодействие снижает такой недостаток многих пропиточных составов, не содержащих функциональные группы, как вымываемость из изделий различными растворителями.

Обработка прессованных материалов и других композиций на основе отходов древесины, где в качестве связующих использованы феноло- и мочевиноформальдегидные смолы, является одним из факторов, позволяющих в значительной степени уменьшить выделение токсичного формальдегида из готовых товарных изделий.

Таким образом, применение для пропитки ДВП сополимеров на основе КОРС позволяет решать вопросы, не только касающиеся улучшения свойств изделий из древесного сырья, но и вопросы экологического характера, а именно использование сополимеров, полученных из отходов и побочных продуктов нефтехимических производств. При этом, важным является и тот факт, что находят применение сополимеры, которые по некоторым своим показателям не соответствуют требованиям ГОСТ или ТУ на лакокрасочные материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алиева С.Г., Сихализаде П.Д., Таджиев Р.К. Использование кубового остатка ректификации стирола от процесса каталитического дегидрирования этилбензола // Азербайджанское нефтяное хозяйство. - 1973. - №12. - С. 31-34. [2]. Отходы и побочные продукты нефтехимических производств - сырье для органического синтеза/ С.С. Никулин, В.С. Шенин, С.С. Злотский и др.; Под ред. М.И. Черкашина. - М.: Химия, 1989. - 240 с. [3]. Юкельсон И.И., Бутенко Т.Р., Ржевская К.И. Пленкообразую-

щее на основе КОРС и фталевого ангидрида // Лакокрасочные материалы и их применение. - 1982. - № 2. - С. 51-52. [4]. Юкельсон И.И., Гугняева Л.И., Концова Л.В. Пленкообразующие материалы на основе кубовых остатков ректификации стирола // Лакокрасочные материалы и их применение. - 1970. - № 5. - С. 18-20.

Поступила 17 ноября 1994 г.

УДК 678.002 : 674.048

*С.С. НИКУЛИН, А.И. ДМИТРЕНКОВ, С.Л. СИДОРОВ,
Н.Н. ШАПОВАЛОВА, О.А. ХОХЛОВА*

Воронежская государственная лесотехническая академия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОПОЛИМЕРОВ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ ДЛЯ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Разработан технологический процесс получения древесноволокнистых плит с использованием низкомолекулярных сополимеров на основе непредельных соединений, содержащихся в кубовых остатках ректификации возвратного растворителя производства бутадиенового каучука и стирола.

The technological process of fiberboard production by using low-molecular copolymers on the base of unsaturated compounds present in rectification bottoms of butadiene rubber and styrol production return solvent has been developed.

В последние годы появился ряд работ, предлагающих для улучшения свойств древесины и изделий на ее основе использовать различные полимерные материалы [2, 3, 9, 10]. Однако рекомендуемые для этой цели полимеры достаточно дороги и дефицитны. Поэтому подбор доступных органических веществ для модификации, консервирования и защиты древесных материалов имеет большое научно-практическое значение. Перспективными в этом плане являются низкомолекулярные (со)полимеры, полученные на основе отходов нефтехимических производств.

Широкое применение в самых различных отраслях находят древесноволокнистые плиты (ДВП). Улучшения свойств ДВП достигают пропиткой их талловым, льняным маслами, окисленным петролатумом и др. [1, 4, 5]. Модифицированные ДВП обладают повышенными прочностными показателями, твердостью, водостойкостью. Кроме того, эта обработка снижает такой серьезный недостаток формальдегидосодержащих изделий, как выделение вредного и токсичного формальдегида.

Цель данного исследования – улучшение свойств ДВП за счет использования для их пропитки низкомолекулярных сополимеров, полученных на основе непредельных соединений, которые содержатся в кубовых остатках ректификации возвратного растворителя (толуол) производства бутадиенового каучука и стирола.

Синтез низкомолекулярных сополимеров проводили с использованием алюмосиликатных катализаторов или инициаторов радикального типа [6, 7], представляющих собой маслянистые или смолообразные продукты. По данным гель-проникающей хроматографии их средняя молекулярная масса $\bar{M}_n = 800...3000$; степень полидисперсности $\bar{M}_w / \bar{M}_n = 2,1...4,5$. Они имеют мономодальное молекулярно-массовое распределение. Содержание стирола в синтезированных сополимерах 60...80 %, плотность 960...1020 кг/м³, удельная теплоемкость 1,7...2,0 кДж/(кг · град).

Технологический процесс получения готовых изделий проводили по общепринятой методике. Для пропитки использовали плиты толщиной 6 мм. Пропитку осуществляли в ванне при температуре 100...120 °С. Продолжительность пропитки варьировали в пределах от 0,5 до 4,0 мин. После завершения пропитки плиты выдерживали в закалочной камере при температуре (170±5) °С в течение 3...6 ч. После завершения термообработки плиты охлаждали до комнатной температуры и подавали на раскрой. Основные показатели модифицированных ДВП приведены в таблице.

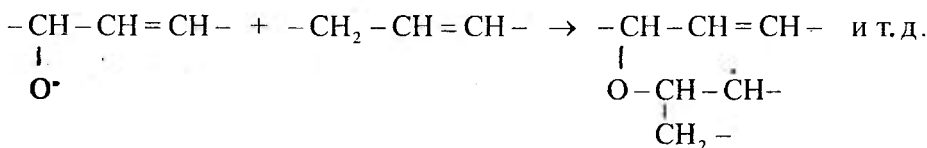
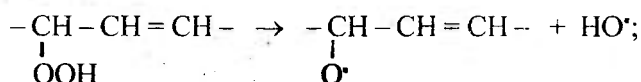
Отмечено, что вес модифицированных низкомолекулярными сополимерами плит увеличился на 5...20 % в зависимости от продолжительности пропитки. Важным аспектом при этом является заполнение низкомолекулярными сополимерами производственных дефектов, микротрещин, что приводит к стабилизации свойств ДВП, улучшению их прочностных показателей, водо- и влагостойкости.

Показатели	Модифицированные ДВП				Контроль	
	Численные значения показателей при расходе пропиточного состава, % от массы плит					
	5,3	10,8	14,9	19,2		12,0
Плотность, кг/м ³	1127	1115	1100	1100	1100	
Влажность, %	8,4	8,2	8,2	8,2	8,6	
Водопоглощение за 24 ч, %	8,3	7,9	7,7	7,7	15,0	
Набухание по толщине за 24, %	7,3	7,0	6,8	6,6	12,6	
Предел прочности при изгибе, МПа	56,0	56,5	57,3	57,2	50,0	

Примечания. 1. В качестве пропиточного материала для контрольного образца было использовано талловое масло. 2. Продолжительность термообработки плит 4 ч.

Проведенными исследованиями установлена оптимальная продолжительность термообработки, которая составила 3...4 ч. Увеличение продолжительности термообработки до 6 ч не оказало заметного влияния на свойства получаемых плит.

Дополнительное введение сиккатива в количестве 5...10 % от массы низкомолекулярного сополимера позволяет в 1,5–2,0 раза снизить продолжительность термообработки в закалочной камере. Таким образом, дополнительное введение солей металлов переменной валентности способствует ускорению как процессов образования гидропероксидов, так и их распаду [8]. Реакции, происходящие с участием кислорода воздуха, интенсивно протекают в поверхностных слоях. Ограниченность доступа кислорода в глубь композиции уменьшает долю окислительных процессов, возрастающую роль приобретают реакции высокотемпературной полимеризации, инициирование которых активируют различные радикалы, присутствующие в системе (R^{\cdot} ; RO^{\cdot} ; ROO^{\cdot}):



Процесс пленкообразования неизбежно сопровождается окислительной деструкцией, в результате которой образуются соединения, содержащие карбонильные и карбоксильные группы. Эти активные группы могут дополнительно взаимодействовать с активными группами молекул лигнина и целлюлозы. Вероятность протекания таких реакций особенно велика в поверхностных слоях, в условиях формирования пленки с большим доступом кислорода воздуха.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать вывод, что применение для модификации ДВП низкомолекулярных сополимеров на основе отходов производства синтетических каучуков является весьма перспективным. Низкомолекулярные сополимеры равномерно заполняют как микро-, так и макропоры древесины, эффективно защищают древесные материалы от воздействия воды, влаги и повышают прочностные показатели. Кроме того, образующийся полимерный каркас из пространственно-структурированного сополимера и продуктов его взаимодействия с компонентами древесины способствует снижению выделения формальдегида из изделий, в которых в качестве связующих использованы феноло- или мочевиноформальдегидные смолы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бекетов В.Д. Повышение эффективности производства древесноволокнистых плит. - М.: Лесн. пром-сть, 1988. - 158 с. [2]. Белый В.А., Анненков В.Ф., Екименко Н.А. Влияние полимерных модификаторов на физико-механические свойства прессованной древесины // Пластикация и модификация древесины. - Рига, 1970. - С. 211-218. [3]. Вихров В.Т. Термохимическая модификация древесины синтетическими смолами // Модификация древесины синтетическими полимерами. - Минск, 1973. - С. 9-16. [4]. Мерсов Е.Д. Производство древесноволокнистых плит. - М.: Высш. шк., 1989. - 232 с. [5]. Пиргач В.С., Корочкина Т.А. Термохимическая обработка древесноволокнистых плит. - М., 1984. - 44 с. - (Сер. "Плиты и фанера": Обзор. информ./ ВНИПИЭИлеспром; Вып.7). [6]. Радиальная сополимеризация олигомеров бутадиена со стиролом / С.С.Никулин, С.С. Глазков, Ю.А.Сергеев и др.// Промышленность СК, шин и РТИ. - 1985. - № 10. - С. 3-5. [7]. Синтез низкомолекулярных сополимеров из отходов производства СК на минеральных катализаторах / С.Л. Сидоров, Н.Н. Шаповалова, А.В. Молодыка и др. // Производство и использование эластомеров. - 1993. - № 6. - С. 11-14. [8]. Сорокин М.Ф., Шодэ Л.Г., Кочнова З.А. Химия и технология пленкообразующих веществ. - М.: Химия, 1981. - 447 с. [9]. Шамаев В.А. Модификация древесины. - М.: Экология, 1991. - 128 с. [10]. Щербаков А.С., Гамова И.А., Мельникова Л.В. Технология композиционных древесных материалов. - М.: Экология, 1992. - 190 с.

Поступила 17 ноября 1994 г.

УДК 630*863

С.В. АВДАШКЕВИЧ, В.В. ВЫГЛАЗОВ, В.Б. КИНД, Ю.И. ХОЛЬКИН

С.-Петербургская лесотехническая академия

Авдашкевич Светлана Викторовна родилась в 1967 г., окончила в 1989 г. Ленинградскую лесотехническую академию, аспирант АО ВНИИБ, младший научный сотрудник С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет 2 печатных труда в области химической переработки растительного сырья и химии углеводов.



Выглазов Владимир Викторович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Московский государственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии гидролизных и микробиологических производств С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет более 40 печатных трудов в области химической переработки растительного сырья и химии углеводов.





Кинд Владимир Борисович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет более 30 печатных трудов в области химической переработки растительного сырья и химии углеводов.



Холькин Юрий Иванович родился в 1933 г., окончил в 1956 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии гидролизных и микробиологических производств С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет 290 печатных трудов в области химической переработки растительного сырья и химии углеводов.

ПОЛИЭТИЛЕНОКСИД КАК ФЛОКУЛЯНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГИДРОЛИЗАТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Показана возможность использования в качестве реагента для флокуляционной очистки гидролизатов растительного сырья высокомолекулярного неионогенного флокулянта полиэтиленоксида (ПЭО). Степень очистки от коллоидных и окрашенных примесей с помощью ПЭО (расход 10 мг/л) составляет 62 ... 68 % для разных видов гидролизатов.

The possibility of using high-molecular nonionic polyethylene oxide flocculant (PEO) as a reagent for flocculating purification of plant raw materials' hydrolysates has been revealed. The level of purification from colloid and coloured impurities by means of PEO (consumption 10 mg/ l) amounts to 62...68 % for different kinds of hydrolysates.

В настоящее время на ряде гидролизных предприятий (Чимкентский гидролизный завод, Сыктывкарский ЛПК, Ивдельский гидролизный завод) для флокуляционной очистки гидролизных сред от коллоидных и взвешенных веществ используют высокомолекулярный катионный полиэлектролит полидиметилдиаллиламмонийхлорид ВПК-402 [4, 5]. На данный момент это единственный реагент, который применяют в гидролизной промышленности в качестве флокулянта. Так, на Чимкентском гидролизном заводе при добавке ВПК-402 выход дрожжей увеличился на 2 %, а истинного белка – в среднем на 2,8 % [10]. Кроме того, на Сыктывкарском ЛПК этот реагент добавляют в гидролизат для предотвращения карамелизации оборудования.

Флокулянт ВПК-402 поставляют на заводы в виде вязких 20 ... 30 % -х растворов в цистернах, что создает неудобства при его транспортировке, перекачке, хранении и приготовлении. Молекулярная масса (ММ) ВПК-402 составляет $(3 \dots 50) \cdot 10^5$.

Цель настоящей работы – поиск новых, не менее эффективных, чем в ВПК-402, флокулянтов для гидролизного производства, обладающих большей молекулярной массой, что позволяет очищать гидролизные среды с низким значением рН (рН 3...4) при меньшем расходе реагента. Желательна поставка флокулянта на гидролизные предприятия в порошкообразном виде. К ним можно отнести полиэтиленоксид (ПЭО) с $MM = 4 \cdot 10^4 \dots 5 \cdot 10^7$, опытные партии которого выпускает Новосибирский НИИ химической технологии (ТУ 6-58-341-89). Содержание основного вещества с $MM = (2 \dots 5) \cdot 10^6$ составляет 98...99 %.

Полиэтиленоксиды – твердые порошкообразные вещества белого цвета с упорядоченной структурой (степень кристалличности до 95 %), температура плавления 65 ... 67 °С, плотность 1,16 ... 1,30 г/см³ [1, 6]. Водные растворы ПЭО устойчивы к нагреванию до температуры 100 °С, выше которой полимер осаждается из водного раствора в виде мути или геля [7]. Окисление ПЭО происходит через образование гидроперекисных соединений, разложение которых вызывает разрыв цепи полимера. При длительном хранении разбавленных водных растворов ПЭО в качестве стабилизатора можно использовать добавку этанола (0,2 ... 0,5 %). Важным преимуществом ПЭО как неионогенного флокулянта является отсутствие заметной зависимости флокулирующей способности от рН раствора и знака заряда дисперсной фазы. Обычно флокулирующее действие ПЭО возрастает с увеличением степени полимеризации [2]. Механизм флокуляции ПЭО заключается в одновременной адсорбции макромолекул ПЭО на нескольких коллоидных частицах, в результате чего они теряют способность к хаотическому движению и седиментируют [9]. При приготовлении растворов флокулянта следует применять низкоградиентные мешалки.

Благодаря крайне низкой токсичности ПЭО используют в медицине и фармацевтической промышленности при изготовлении мазей, эмульсий и суспензий лекарственных форм [1]. Имеются сведения о безвредности для человека ежедневного употребления с пищей 25 мг ПЭО на 1 кг веса тела [1, 11]. Санитарно-токсикологические характеристики ПЭО хорошо изучены. Согласно СанПиН 4630 – 88 от 1.01.89, он относится к IV классу (наименее опасные) веществ, содержащихся в воде объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Предельно-допустимая концентрация ПЭО при $MM = (2 \dots 3) \cdot 10^6$ составляет 0,1 мг/л, при $MM = 5 \cdot 10^6$ – 0,02 мг/л.

Для разработки методики контроля приготовления рабочего раствора полимера изучена вязкость растворов ПЭО с $MM = 4 \cdot 10^6$. Определение вязкости проводили в вискозиметре ВПЖ-4 при температуре $(20 \pm 0,5)$ °С и $(30 \pm 0,5)$ °С. Анализировали водные растворы полимера в диапазоне концентраций 0,01 ... 1,00 % мас. Полученные данные представлены в табл. 1, из которой видно, что относительная вязкость ПЭО при разбавлении от 1,00 до 0,01 % снижается на три порядка, динамическая вязкость также изменяется в достаточно широких пределах: от $3,7 \cdot 10^{-3}$ (0,15 %) до $1,8 \cdot 10^{-3}$ Па · с (0,05 %). Так как вязкость существенно зависит от концентрации, можно рекомендовать проводить контроль за приготовлением рабочих растворов ПЭО по их вязкости.

Таблица 1

Результаты определения вязкости растворов ПЭО

Концентрация ПЭО в воде, %	Динамическая вязкость $\eta_{\text{ПЭО}} \cdot 10^{-3}, \text{Па} \cdot \text{с}$		Относительная вязкость $\eta_{\text{отн}} = \eta_{\text{ПЭО}} / \eta_{\text{H}_2\text{O}}$	
	20 °С	30 °С	20 °С	30 °С
1,00	229,0	157,0	228,0	196,0
0,90	152,0	101,0	151,0	126,1
0,80	99,0	68,0	98,0	84,9
0,70	67,0	46,0	66,0	57,5
0,60	41,0	28,0	40,0	35,0
0,50	22,0	17,0	21,0	21,2
0,40	10,6	8,0	10,5	10,0
0,30	8,6	6,0	8,5	7,5
0,20	4,7	3,7	4,6	4,6
0,15	3,7	2,9	3,6	3,6
0,14	3,5	2,5	3,4	3,1
0,13	3,2	2,4	3,1	3,0
0,12	3,1	2,3	3,0	2,9
0,11	3,0	2,3	2,9	2,9
0,10	2,7	2,1	2,6	2,6
0,09	2,5	1,9	2,4	2,4
0,08	2,3	1,8	2,2	2,3
0,07	2,2	1,7	2,1	2,1
0,06	2,1	1,5	2,0	1,9
0,05	1,8	1,4	1,7	1,7
0,01	1,2	0,9	1,1	1,1

Примечание. Динамическая вязкость воды $\eta_{\text{H}_2\text{O}}$ при температуре 20 и 30 °С равна соответственно $1,004 \cdot 10^{-3}$ и $0,801 \cdot 10^{-3}$ Па · с.

Исследования реагентной очистки гидролизатов проводили на производственных средах Ивдельского ГЗ, Канского БХЗ и Сыктывкарского ЛПК. Эти заводы работают по разным технологическим схемам и используют различное сырье, поэтому данные гидролизаты имеют различные качественные характеристики. После их нейтрализации выпадает значительное количество взвешенных веществ. Ниже приведены характеристики нейтрализатов после отделения взвешенных грубодисперсных примесей, что увеличивает точность определения коллоидных веществ, перешедших во взвешенное состояние после флокуляционной очистки.

Массовая концентрация взвешенных веществ гексозного и пентозного нейтрализатов Ивдельского ГЗ, нейтрализатов Канского БХЗ и Сыктывкарского ЛПК соответственно составляет 0,810; 0,650; 0,836 и 0,756 г/л; концентрации красящих веществ в нейтрализатах представлены в табл. 2 в виде оптической плотности.

Горячую нейтрализацию гидролизата (объем пробы 100 мл) проводили аммиаком до pH 4. При изучении флокулирующего действия ВПК-402 и ПЭО пробу нейтрализовали до значений pH, соответствующих опыту. На фильтре «желтая лента» раствор освобождали от грубодисперсных примесей. Отфильтрованный нейтрализат, не содержащий взвешенных веществ, направляли на реагентную очистку.

Таблица 2

Определение степени очистки с помощью флокулирующих реагентов

Полупродукт	Расход флокулянта на очистку, мг/л	Массовая концентрация веществ, перешедших во взвешенное состояние в нейтрализате после очистки, г/л	Объем осадка с 1 л нейтрализата после очистки, мл	Оптическая плотность нейтрализата		Степень очистки
				до очистки	после очистки	
Гексозный гидролизат Ивдельского ГЗ	5	0,680	10	0,650	0,521	19,8
		1,139			0,421	35,2
	10	0,836	13	0,585	0,465	28,5
		1,185			0,205	68,5
	15	0,973	13	0,585	0,265	59,2
		1,206			0,255	60,1
	20	1,180	17	0,585	0,199	69,1
		1,200			0,305	53,1
	30	1,489	17	0,585	0,263	59,5
		1,406			0,356	45,2
Пентозный гидролизат Ивдельского ГЗ	5	0,660	12	0,585	0,327	44,1
		1,324	11		0,340	41,9
	10	0,692	14	0,585	0,324	44,6
		1,690	14		0,208	64,4
	15	0,640	15	0,585	0,191	67,3
		1,116	12		0,203	65,3
	20	0,830	26	0,585	0,228	61,0
		1,879	24		0,274	53,1
	30	0,609	21	0,585	0,274	53,2
		0,446	19		0,334	42,9
Гидролизат Канского БХЗ	5	0,230	10	0,560	0,298	46,8
		0,236	8		0,305	45,5
	10	0,265	18	0,560	0,278	50,2
		0,281	16		0,213	61,9
	15	0,353	22	0,560	0,253	54,8
		0,348	20		0,250	55,4
	20	0,465	28	0,560	0,201	64,1
0,458		25	0,263		53,0	
30	0,694	25	0,560	0,303	45,9	
	0,541	23		0,298	46,8	
Гидролизат Сыктывкарского ЛПК	5	0,263	8	0,535	0,453	15,3
		0,235	6		0,420	21,5

Продолжение табл. 2

Полупродукт	Расход флокулянта на очистку, мг/л	Массовая концентрация веществ, перешедших во взвешенное состояние в нейтраллизате после очистки, г/л	Объем осадка с 1 л нейтраллизата после очистки, мл	Оптическая плотность нейтраллизата		Степень очистки
				до очистки	после очистки	
Гидролизат Сыктывкарского ЛПК	10	0,292	12	0,535	0,485	9,3
		0,352	10		0,203	62,0
	15	0,325	10		0,306	42,8
		0,337	10		0,254	52,5
	20	0,450	15		0,205	61,7
		0,308	14		0,301	43,7
	30	0,463	20		0,224	58,1
		0,308	18		0,325	39,6

Примечание. Здесь и далее, в табл. 3, в числителе приведены данные для ВПК-402, в знаменателе – для ПЭО.

Для проведения флокуляционной очистки к горячему (температура 80 °С) нейтраллизату добавляли при перемешивании соответствующее количество флокулянта. Продолжительность флокуляции 30 мин. После реагентной очистки массу коллоидных веществ (абс. сухих), перешедших во взвешенное состояние (флокулят), определяли весовым методом, высушивая осадок на фильтре при температуре 105 °С в течение 2 ч, концентрацию красящих веществ – по оптической плотности на приборе «Spectromom-410».

Кроме того, проведены исследования седиментационной способности флокулянтов ВПК-402 и ПЭО. К горячему нейтраллизату (температура 80 °С, объем пробы 30 мл), предварительно отфильтрованному для отделения грубодисперсных примесей, добавляли соответствующее количество флокулянта. Процесс флокуляции наблюдали в градуированных цилиндрах вместимостью 30 мл. После полного осаждения измеряли объем осадка. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что при небольших расходах ПЭО (до 10 мг/л) наблюдается значительное (в 2,0 – 2,5 раза) увеличение количества осаждаемых примесей при использовании ВПК-402 такой же концентрации (расход 20 мг/л) количество осадка увеличивается в 1,5 раза. Оптическая плотность растворов после очистки снижается в 3 раза. Степень очистки гидролизатов рассчитывали по оптической плотности. Для ПЭО (расход 10 мг/л) она составляла от 62 до 68 %. При сравнении с результатами, полученными с ВПК-402 (расход 20 мг/л), видно, что разница по степени очистки составляет от 1 до 3 %. Объем осадка, образовавшегося в нейтраллизате после очистки ВПК-402 (расход 20 мг/л), примерно равен объему осадка, выпавшего при введении ПЭО (расход 10 мг/л). Однако эффективность очистки

ВПК-402 при расходах 20 ... 30 мг/л выше, чем при введении ПЭО (расход 10 мг/л). Увеличение расхода ПЭО (более 10 мг/л) не вызывает повышения степени очистки и количества флокулята.

Флокулирующее действие реагентов ВПК-402 (расход 20 мг/л) и ПЭО (расход 10 мг/л) исследовали в интервале рН от 3,0 до 4,2. После проведения очистки флокулянтами количество флокулянта и концентрацию красящих веществ определяли аналогично. Результаты представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что при изменении рН от 4,2 до 3,0 флокулирующее действие ВПК-402 (расход 20 мг/л) значительно снижается. Концентрация красящих веществ увеличивается (оптическая плотность возрастает на 0,144), количество флокулята снижается на 0,248 г/л. В случае очистки ПЭО (расход 10 мг/л) при снижении рН до 3,0 концентрация красящих веществ увеличивается незначительно, количество флокулята снижается на 0,086 г/л. Очевидно, что эффективность флокуляционной очистки с помощью ВПК-402 в значительной степени зависит от рН, чего нельзя сказать о ПЭО.

Таблица 3

Флокулирующее действие реагентов

рН	Оптическая плотность растворов		Массовая концентрация коллоидных веществ, перешедших во взвешенное состояние, мг/л
	до очистки	после очистки	
3,0	0,530	0,445	0,375
		0,330	0,501
3,2	0,541	0,432	0,412
		0,331	0,523
3,4	0,563	0,421	0,442
		0,325	0,536
3,6	0,570	0,403	0,497
		0,322	0,547
3,8	0,576	0,381	0,536
		0,318	0,563
4,0	0,584	0,345	0,552
		0,314	0,576
4,2	0,590	0,301	0,623
		0,310	0,587

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что для очистки гидролизных сред высокоэффективны не только катионные полиэлектролиты, обладающие большой и средней величиной положительного заряда, но и высокомолекулярные неионогенные флокулянты. Флокулирующее действие ПЭО менее зависит от рН очищаемой среды, что важно при нарушениях технологического режима (рН снижается до 3,6 ... 3,8 [8]). Можно рекомендовать использовать ПЭО в качестве флокулянта для очистки не только различных видов гидролизатов (что существенно снижает расход флокулянта), но и гидролизатов с добавками послеспиртовой барды, содержащей белковые включения. Установлено, что при очистке гидролизата с добав-

кой барды с помощью ПЭО (расход 10 мг/л) по типовой технологической схеме количество осадка увеличивается на 20 % по сравнению с ВПК-402 (расход 20 мг/л).

Известно, что флокулянты при оптимальных расходах практически полностью переходят в шлам [3]. Вследствие нетоксичности и малого расхода ПЭО не меняет свойств шлама, который можно использовать в традиционных направлениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алюшин М.Г., Ли В.Н. Полимеры в фармации. - М.: Медицина, 1985. - 254 с. [2]. Баран А.А., Тесленко А.Ф. Флокулянты в биотехнологии. - Л.: Химия, 1990. - 142 с. [3]. Вейцер Ю.И., Минц Д.М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод. - М.: Стройиздат, 1984. - 202 с. [4]. Выглазов В.В., Кинд В.Б., Холькин Ю.И. Технология флокуляционной очистки гидролизатов растительного сырья в производстве кормовых дрожжей // Микробиолог. пром-сть: Экспресс-информация. - 1988. - Вып. 5. - С. 18-19. [5]. Выглазов В.В., Кинд В.Б., Холькин Ю.И. Флокуляционные методы очистки гидролизных сред // Структура, гидролиз и биотехнология растительной биомассы: Тез. докл. Межд. симпозиума (С.-Петербург, 23-28 сент. 1992 г.). - СПб: ЛТА, 1992. - 45 с. [6]. Дымент О.Н., Казанский К.С., Мирошников Л.Н. Гликоли и другие производные окиси этилена и пропилена. - М.: Химия, 1976. - 374 с. [7]. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: Свойства. Получение. Применение. - Л.: Химия, 1987. - 122 с. [8]. Калюжный М.Я., Попова В.А. Исследование влияния рН среды на рост дрожжей на гидролизных средах // Гидролиз. и лесохим. пром-сть. - 1976. - № 6. - С. 3 - 4. [9]. Николаев А.Ф., Охрименко Г.И. Водорастворимые полимеры. - Л.: Химия, 1979. - 146 с. [10]. Флокуляционная очистка гидролизатов растительного сырья в производстве кормовых дрожжей / В.В. Выглазов, В.Б. Кинд, Ю.И. Холькин и др. // Гидролиз. и лесохим. пром-сть. - 1988. - № 8. - С. 21-23. [11]. Шефтель В.О. Вредные вещества в пластмассах. - М.: Химия, 1991. - 59 с.

Поступила 20 марта 1995 г.

УДК 676.017

И.Б. ФИЛИПОВ, В.И. КОМАРОВ

Архангельский государственный технический университет



Филипов Илья Борисович родился в 1969 г., окончил в 1992 г. Архангельский лесотехнический институт, ассистент кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет 10 научных трудов в области деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.

Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии ЦБП Архангельского государственного технического университета. Имеет более 100 печатных работ в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА НА ДЕФОРМАТИВНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КНИЖНО-ЖУРНАЛЬНОЙ БУМАГИ ДЛЯ ОФСЕТНОГО СПОСОБА ПЕЧАТИ

Оценено влияние процесса размола на мельницах типа МДС-14 на деформативность и прочность хвойной и лиственной беленой сульфатной целлюлозы, используемой в производстве бумаги для офсетной печати и стабильность их качества после размола. Рассмотрен характер зависимости показателей прочности и деформативности от фракционного состава по длине волокна и фундаментальных свойств волокон. Исследована динамика изменения основных физико-механических характеристик этих полуфабрикатов при варьировании регулируемых факторов процесса размола.

The effect of beating process in MDS-14 mills on deformability and strength of softwood and hardwood bleached kraft pulp used in the production of offset printing paper, and the stability of its after-grinding quality have been estimated. The relation character of strength-deformability indices and fractional grain composition as well as fibers' fundamental properties has been considered. The dynamics of change in the main physical-mechanical properties of the kraft pulp by varying the controlled factors of the beating process is investigated.

На кафедре технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета проведена работа по комплексному изучению влияния технологических факторов на деформативность и прочность книжно-журнальной бумаги для офсетной печати. Для удобства публикации работа была разделена на девять частей, в которых представлены исследования:

1) деформативности и прочности полуфабрикатов[6];

2) влияния процесса размола при использовании дисковых сдвоенных мельниц типа МДС-14 на деформативность и прочность целлюлозных полуфабрикатов;

3) влияния процесса размола при использовании дисковых сдвоенных мельниц типа МДС-24 на деформативность и прочность механических масс;

4) деформативности и прочности бумаги, содержащей различные смеси волокнистых полуфабрикатов;

5) изменения физико-механических характеристик офсетной бумаги в системе напорный ящик – накат БДМ – суперкаландр;

6) возможности оптимизации композиции офсетной бумаги по волокну;

7) возможности оптимизации композиции офсетной бумаги по химикатам;

8) влияния технологических факторов работы БДМ и суперкаландра на качество книжно-журнальной бумаги для офсетной печати;

9) корреляции характеристик деформативности и прочности книжно-журнальной бумаги для офсетной печати и статистического распределения величин деформационных и прочностных характеристик образцов полуфабрикатов бумажной массы и готовой бумаги.

Во второй и третьей частях работы, которые публикуются в данном номере журнала, рассмотрено влияние процесса размола в производственных условиях на комплекс механических свойств полуфабрикатов, обуславливающих качество бумаги для офсетной печати. Важность размола при подготовке бумажной массы отмечается во многих монографиях, обсуждающих качество бумаги [2, 3, 7, 9, 10].

Данный эксперимент проведен в два этапа: первый – пассивный (набор и математическая обработка результатов наблюдений); второй – попытка оптимизации процесса размола. Исследовали характер изменения деформационных и прочностных характеристик хвойной и лиственной беленой сульфатной целлюлозы при варьировании основных регулируемых факторов процесса размола на мельницах типа МДС-14.

Пассивный эксперимент показал низкую стабильность контролируемых характеристик (табл.1).

Значительные изменения нагрузки на привод мельниц в комплексе с низкой стабильностью качества полуфабрикатов, поступающих на размол [6], способствуют тому, что расхождение наблюдаемых значений разрывной длины размолотой целлюлозы превышает 2000 м при коэффициенте вариации $v = 12\%$.

В табл. 2 представлены результаты испытания образцов двадцати отборов, произведенных в течение квартала. Качество полуфабрикатов в производственных условиях принято оценивать характеристиками прочности, в то время как для надежного прогнозирования качества готовой продукции большое значение имеют фундаментальные [3] и деформационные [4, 5] характеристики, которые также были определены в данном эксперименте.

Таблица 1

**Стабильность технологических параметров при размоле
волоконистых пролуфбрикатов**

Параметр	\bar{X}	max	min	$v, \%$
Концентрация массы, %	2,6/2,8	3,0/3,2	2,2/2,5	7,1/5,7
Нагрузка на привод мельницы, А	172/217	200/300	100/100	24,0/36,3
Разрывная длина, м	4960/4620	6410/5870	4240/3650	11,5/12,1

Примечание. Здесь и далее, в табл. 3, в числителе приведены данные для хвойной, в знаменателе – для лиственной целлюлозы; \bar{X} , max, min – соответственно среднее, максимальное и минимальное значения параметров; v – коэффициент вариации.

Таблица 2

Влияние размола на физико-механические характеристики полуфбрикатов

Характеристики	Хвойная целлюлоза				Лиственная целлюлоза			
	до размола		после размола		до размола		после размола	
	X	$v, \%$	X	$v, \%$	X	$v, \%$	X	$v, \%$
Фундаментальные:								
SV , МПа	2,79	11,3	2,90	14,8	2,28	11,6	2,60	11,4
$F_{св}$, МПа	1,01	9,1	1,04	22,3	0,86	11,8	0,98	8,2
F_z , Дж/м ²	146	15,1	142	15,6	120	11,8	124	12,7
L_0 , м	3080	9,5	2790	15,3	2210	10,2	2420	16,5
V , см ³ /г	1,68	4,5	1,65	4,9	1,64	4,5	1,64	5,0
$l_{ср}$, мм	2,04	16,1	1,73	17,2	1,31	21,0	1,14	14,6
$d_{ср}$, мкм	35,6	11,0	35,3	12,3	31,9	7,6	31,8	7,0
Деформационные:								
E_1 , МПа	3500	24,8	4130	17,8	3920	20,1	4210	19,8
E_3 , МПа	1710	20,0	2110	14,5	2050	11,7	2190	10,9
E_2 , МПа	620	25,4	800	29,9	780	15,2	890	21,2
σ_1 , МПа	12,8	23,7	14,5	18,6	13,2	17,7	14,5	20,3
σ_3 , МПа	17,5	10,5	19,3	13,6	16,9	11,3	18,3	15,5
$\varepsilon_1, \%$	0,37	7,9	0,36	12,4	0,35	10,6	0,36	12,3
$\varepsilon_3, \%$	0,61	18,2	0,57	19,5	0,51	15,0
$\varepsilon_p, \%$	1,91	13,0	1,65	20,0	1,33	13,2	1,39	18,3
G_0 , МПа	611	6,8	614	14,8	622	9,4	637	8,6
EI , мН·см ²	32,5	26,4	31,0	18,9	34,3	42,1	31,6	14,5
Прочностные:								
P , Н	39,8	23,1	38,7	10,6	33,8	23,2	36,2	10,9
L , м	5060	23,3	4960	11,5	4350	23,0	4620	12,1
σ_p , МПа	30,3	22,4	30,9	11,7	26,7	23,4	28,7	11,4
A_p , мДж	48,2	22,2	43,4	30,6	29,0	25,7	33,4	27,0
N , ч.д.п.	44	*	34	*	7	*	12	*
$P_{зв}$, м/с	1,82	11,9	1,90	7,2	1,65	7,1	1,69	5,1
$P_{зс}$, м/с	2,04	9,5	2,14	6,1	1,88	6,5	2,00	7,1

* Коэффициент вариации превышает 50 %.

Из данных табл. 2 следует, что осуществляемый в рамках заданного регламента размол как хвойной, так и лиственной целлюлозы, приводит к росту сил когезии ($F_{св}$, SV), снижению средней длины волокна ($l_{ср}$) и пухлости V материала. Здесь и далее при обсуждении влияния процесса размола на межволоконные силы связи будет использоваться показатель когезионной способности по Кларку SV . В отличие от межволоконных сил связи $F_{св}$, определенных по методу Иванова, этот показатель учитывает удельный объем образцов, т.е. выражает “внутреннюю когезионную способность волокон” [3].

Отметим, что стабильность показателей, характеризующих свойства волокна, в основном снижается.

Рассматривая деформационные характеристики, следует отметить, что размол полуфабрикатов способствует увеличению жесткости при приложении растягивающей нагрузки и снижению жесткости при изгибе. Общим для образцов как хвойной, так и лиственной целлюлозы является возрастание коэффициента вариации характеристик, описывающих состояние образца в момент разрушения (модуль упругости E_2 , деформация ϵ_p). Наблюдаемый при этом рост стабильности разрушающего напряжения σ_p свидетельствует о том, что наиболее сильным колебаниям подвержена пластическая составляющая деформации образцов размолотой целлюлозы. Принимая во внимание, что в обоих случаях возрастают коэффициенты вариации собственной прочности волокна, высокие колебания деформации перед разрушением образца можно объяснить снижением стабильности прочности волокна, оцениваемой в данном эксперименте нулевой разрывной длиной L_0 .

Размол хвойной целлюлозы в рамках данного технологического процесса приводит к уменьшению прочности при растяжении, что может быть объяснено лишь снижением в результате размола прочности волокна и незначительной фибриляцией его поверхности. Размол лиственной целлюлозы вызывает рост прочностных характеристик.

Стабильность во времени показателей прочности возрастает. Исключение составляет лишь работа разрушения A_p , величина которой в определенной степени зависит от способности материала деформироваться в процессе приложения нагрузки.

При достижении в процессе размола заданных величин характеристик прочности деформационные характеристики обнаруживают более высокую вариацию значений. Об этом свидетельствует ход кривых зависимости напряжение – деформация для образцов хвойной и лиственной целлюлозы, прошедших стадию размола и обладающих равной разрывной длиной (рис. 1). Как видно из рис. 1, при равенстве прочности поведение образцов в процессе приложения нагрузки отличается многообразием.

Большой массив данных, полученных при проведении пассивного эксперимента, позволил выделить случаи, хорошо иллюстрирующие влияние фундаментальных свойств волокна на деформационные и прочностные характеристики исследуемых полуфабрикатов.

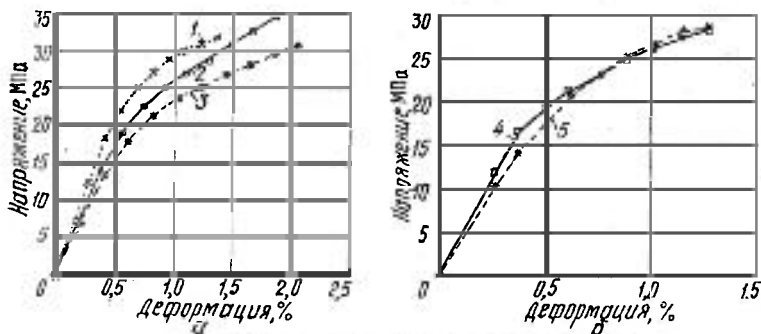


Рис. 1. Зависимость напряжение – деформация для образцов хвойной (а) и лиственной (б) сульфатной блененой целлюлозы: 1 – 3 – $L = 4900$ м; 4, 5 – $L = 4350$ м

Образцы для этого группировали по следующим признакам: первая группа – образцы с равными силами когезии; вторая – с равной средней длиной волокна; третья – образцы, значительно отличающиеся величиной начального модуля упругости E_1 .

В табл. 3 и на рис. 2 (номера образцов в таблице и на рисунке совпадают), представлены экспериментальные данные испытания групп образцов хвойной и лиственной целлюлозы, обладающих указанными признаками. Сравнительный анализ этих и полученных нами ранее данных [6] выявил ряд общих закономерностей. Так, в случае равенства сил когезии (SI) образцы, которые характеризуются более пологим ходом кривых $\sigma - \epsilon$ в начальный период нагружения (кривые 2), отличаются большей средней длиной волокна и пухлостью, а также меньшей относительной долей фракций волокон с длиной менее 1,2 мм. При меньших значениях начального модуля упругости E_1 и модуля сдвига G_0 эти образцы имеют большую деформацию разрушения ϵ_p . Следует отметить, что менее жесткие в начальный период нагружения образцы имеют большее разрушающее усилие P и работу разрушения A_p , но меньшую разрывную длину L .

Отличительной чертой образцов, прошедших размол, является то, что в образцах, обладающих более высоким начальным модулем упругости (кривые 1), при нагружении возникают меньшие, по сравнению с образцами второго типа (кривые 2), напряжения (σ_z , σ_p). Можно предложить, что образцы второго типа после размолла содержат большее количество длинных армирующих волокон (длина более 1,8 мм), которые при равенстве сил когезии обеспечивают им более высокую жесткость в момент, предшествующий разрушению.

Из экспериментальных данных, представленных в табл. 3 и на рис. 2, видно, что у образцов лиственной целлюлозы с равной средней длиной волокна фракционный состав практически идентичен. Менее жесткие образцы хвойной целлюлозы имеют более низкое относительное содержание коротких (до 0,6 мм) волокон и волокон с длиной более 2,4 мм. Менее жесткие образцы исходных полуфабрикатов [6] в этом случае отличаются меньшими прочностью волокна и силами связи, но большей пухлостью.

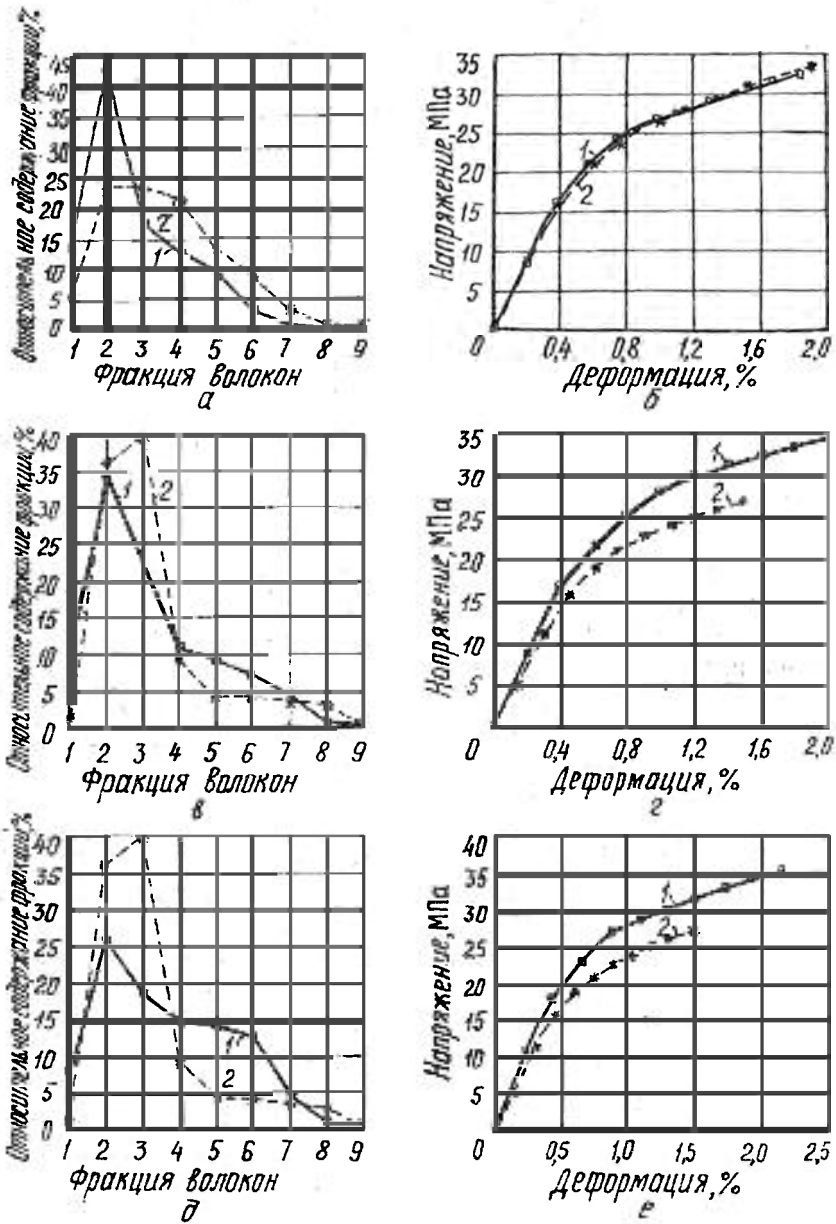
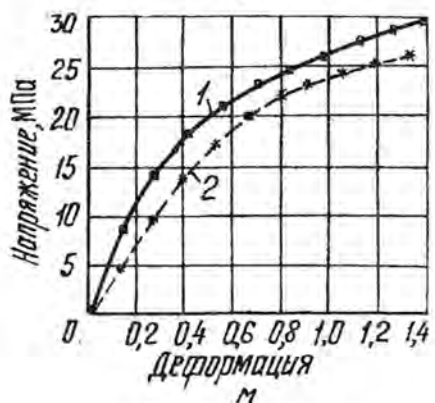
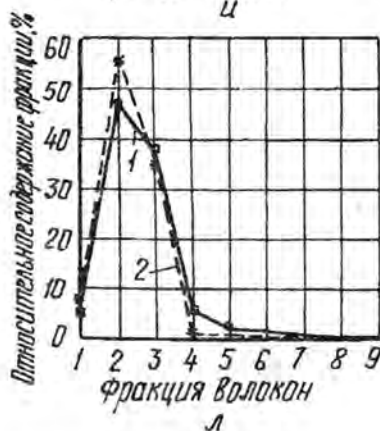
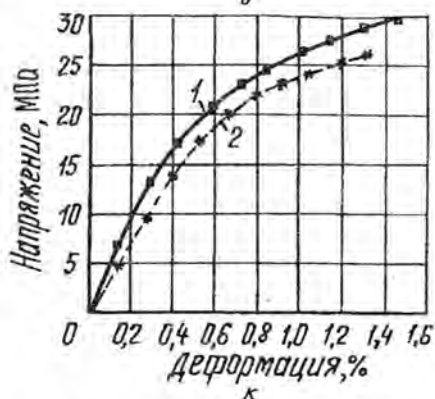
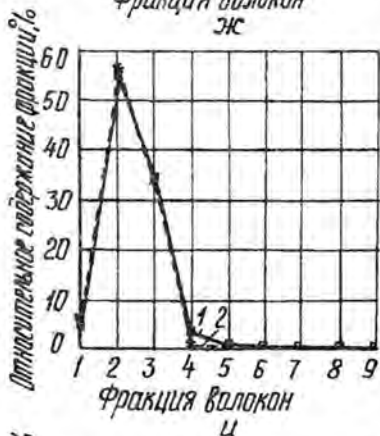
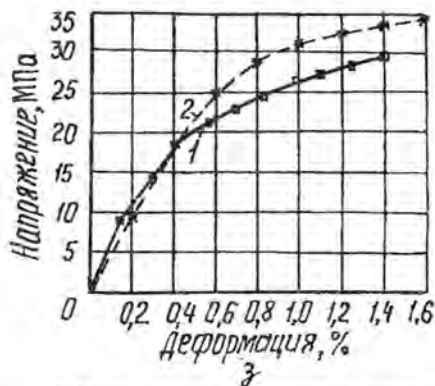
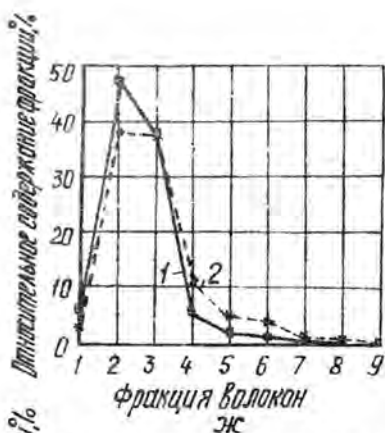


Рис. 2. Фракционный состав (а, в, д, ж, и, л) и зависимость напряженно-деформационной (ж – м) целлюлозы при равенстве когезионной длины волокон (в, г, и, к), максимальной (кривая 1) и минимальной (кривая 2) (Номера кривых соответствуют номерам образцов в табл. 3; 4 – 1,8 ... 2,4; 5 – 2,4 ... 3,0; 6 – 3,0 ... 3,6;



ние – деформация (б, г, е, з, к, м) для образцов хвойной (а – е) и способности волокон (по Кларку) (а, б, ж, з), равенстве средней (кривая 2) величине начального модуля упругости (д, е, л, м) фракции волокон: 1 – < 0,6 мм; 2 – 0,6...1,2; 3 – 1,2...1,8; 7 – 3,6 ... 4,2; 8 – 4,2 ... 4,8; 9 – > 4,8 мм.)

Таблица 3
Физико-механические характеристики хвойной (числитель) и лиственной (знаменатель) пеллилозы после размола

Характеристики	Образцы с равными силами вогзнии (по Кларку)		Образцы с равной средней длиной волокна		Образцы с максимальным и минимальным (2) значениями модулем упругости	
	1	2	1	2	1	2
Фундаментальные:						
SF , МПа	2,99	2,66	3,36	2,51	2,57	2,27
$F_{вн}$, МПа	1,27	1,31	1,20	0,96	1,00	0,98
$F_{сн}$, Дж/м ²	98	160	141	131	141	111
L_0 , м	3460	2500	2930	2280	2580	2030
V , см ³ /г	1,58	1,56	1,71	1,61	1,60	1,78
L_{00} , мм	1,33	1,24	1,61	1,11	1,61	1,10
$d_{вр}$, μ км	37	34,3	36,7	28,9	29,6	32,7
Деформационные:						
E_1 , МПа	4590	5650	4360	4630	3670	3660
E_2 , МПа	2000	2560	2150	2210	1780	2070
E_3 , МПа	660	760	620	800	530	710
σ_1 , МПа	16,1	14,0	14,5	15,2	14,2	13,6
σ_2 , МПа	20,5	18,2	22,3	19,1	19,0	18,4
σ_3 , МПа	32,7	29,9	34,8	29,7	27,0	26,1
ϵ_1 , %	0,36	0,26	0,37	0,34	0,39	0,37
ϵ_2 , %	0,54	0,40	0,61	0,49	0,61	0,57
ϵ_3 , %	1,84	1,40	1,92	1,44	1,48	1,32
EI , μ Н · см ²	710	730	650	610	590	560
G_0 , МПа	24,8	37,2	31,2	36,6	26,1	25,4
Прочностные:						
P , Н	40,0	38,5	41,9	37,2	36,3	29,9
L , м	5350	5470	5270	4820	4780	3960
A_p , мДж	51,2	35,9	59,6	35,4	35,6	27,0
$P_{за}$, м/с	1,86	1,74	2,20	1,68	1,90	1,70
$P_{ст}$, м/с	2,16	1,98	2,40	1,90	2,20	1,90
N , ч.д.п.	22	12	50	5	12	4
					158	12
					37,2	25,4
					47,6	38,5
					61,20	5470
					72,4	35,9
					1,84	1,74
					2,02	1,98
					158	12

Имея меньшие значения начального модуля упругости и модуля сдвига, более слабые при испытаниях на растяжение образцы характеризуются более низкими значениями жесткости при изгибе и деформации разрушения. Прочностные характеристики образцов с одинаковой средней длиной волокна ниже у тех из них, которые имеют более пологую кривую $\sigma - \varepsilon$.

Отметим, что в данном случае все наблюдаемые тенденции были практически идентичны полученным для неразмолотых полуфабрикатов [6].

В случае образцов, которые в выборках обнаружили максимальные и минимальные значения начального модуля упругости, наблюдалось следующее. Образцы с максимальной величиной указанного показателя (кривые *I*) имеют более высокие значения межволоконных сил связи, прочность и среднюю длину волокна, а также меньшую пухлость. Кроме того, более жесткие образцы обладают и более высоким относительным содержанием фракций волокон с длиной более 2,4 мм. В случае неразмолотых полуфабрикатов [6] более жесткие образцы хвойной целлюлозы отличаются меньшей средней длиной волокна и более высоким относительным содержанием коротковолокнистых фракций.

У всех исследуемых образцов целлюлозы более высокие значения начального модуля упругости соответствуют более высоким характеристикам прочности.

Пассивный эксперимент выявил следующее :

1) характер воздействия размола на мельницах типа МДС-14 на силы когезии волокон исследуемых полуфабрикатов, изменения средней длины волокна и пухлости материала, а также влияние этих фундаментальных факторов на жесткость образцов при растяжении и изгибе;

2) увеличение разброса значений характеристик прочности волокна и характеристик, описывающих состояние образца перед разрушением;

3) более высокую вариацию значений деформационных характеристик исследуемых полуфабрикатов по сравнению с вариацией прочностных и фундаментальных характеристик;

4) необходимость регулирования относительного содержания фракций с определенной длиной волокна для обеспечения заданных значений величин характеристик прочности и деформативности размолотой целлюлозы;

5) высокую неравномерность качества целлюлозы после размола, в определенной степени обусловленную конструкцией мельницы (затруднен контроль за положением дисков) и невысокой эффективностью контроля за стабильностью параметров процесса, что не позволяет своевременно влиять на качество поступающих полуфабрикатов.

Последнее обстоятельство выдвигает на первый план задачи определения характера влияния регулируемых факторов процесса размола в мельницах типа МДС-14 на физико-механические характеристики исследуемой целлюлозы и оптимизации процесса размола.

Для решения этих задач на втором этапе исследования путем варьирования концентрации волокнистой массы и присадки дисков мельницы осуществляли активное воздействие на процесс размола.

Концентрацию массы C хвойной целлюлозы варьировали от 2,20 до 3,25 %, лиственной – от 2,80 до 3,64 %, что совпадает с реальными условиями производства. Присадку дисков фиксировали на трех уровнях: диски полностью разведены (присадка $P_p = 0$ %); диски в среднем положении ($P_p = 50$ %); диски сведены на возможно близкое расстояние ($P_p = 100$ %). Положение дисков контролировали по нагрузке на привод мельницы при заданной концентрации массы. Нагрузку на привод фиксировали при полностью разведенных и сближенных на максимально возможное расстояние дисках. После чего диски выводили в положение, соответствующее средней нагрузке.

Полученные данные позволили рассчитать коэффициенты полинома второго порядка [1] и построить для наиболее важных физико-механических характеристик поверхности, отражающие их зависимость от условий проведения процесса размола. Эти поверхности дают возможность судить о динамике изменения характеристик при варьировании условий размола.

Размол хвойной целлюлозы. Динамика формирования свойств данного полуфабриката характеризуется изменением фракционного состава по длине волокна и развитием межволоконных сил связи при размоле.

Как видно из рис. 3, *a, в, д*, при изменении условий проведения процесса размола происходит существенное перераспределение фракционного состава исследуемого полуфабриката. Независимо от концентрации массы увеличение присадки дисков мельницы влечет за собой сокращение относительной доли длинных волокон и рост доли коротковолокнистых фракций. Тот же эффект наблюдается с увеличением концентрации массы при размоле. Наиболее интенсивное воздействие гарнитуры выявлено при $P_p = 100$ % и $C = 3,25$ %.

С увеличением присадки дисков и концентрации массы за счет роста в бумажной массе доли коротковолокнистых фракций происходит существенное уплотнение структуры материала. Увеличение присадки при малых и средних концентрациях вызывает рост когезионной способности волокон. А размол при высоких концентрациях приводит к снижению когезионной способности и росту доли коротковолокнистых фракций, что свидетельствует о преимущественной рубке волокон в этих условиях.

Тем не менее, как видно из рис. 4, *a*, максимальных значений прочность образцов хвойной целлюлозы достигает именно при высоких концентрациях. Это объясняется тем, что волокна, размолотые при высоких значениях C и P_p , обладают высокой, но не максимальной когезионной способностью. При этом доля коротковолокнистых фракций достаточно велика, чтобы образовать плотную структуру с большим числом прочных межволоконных связей.

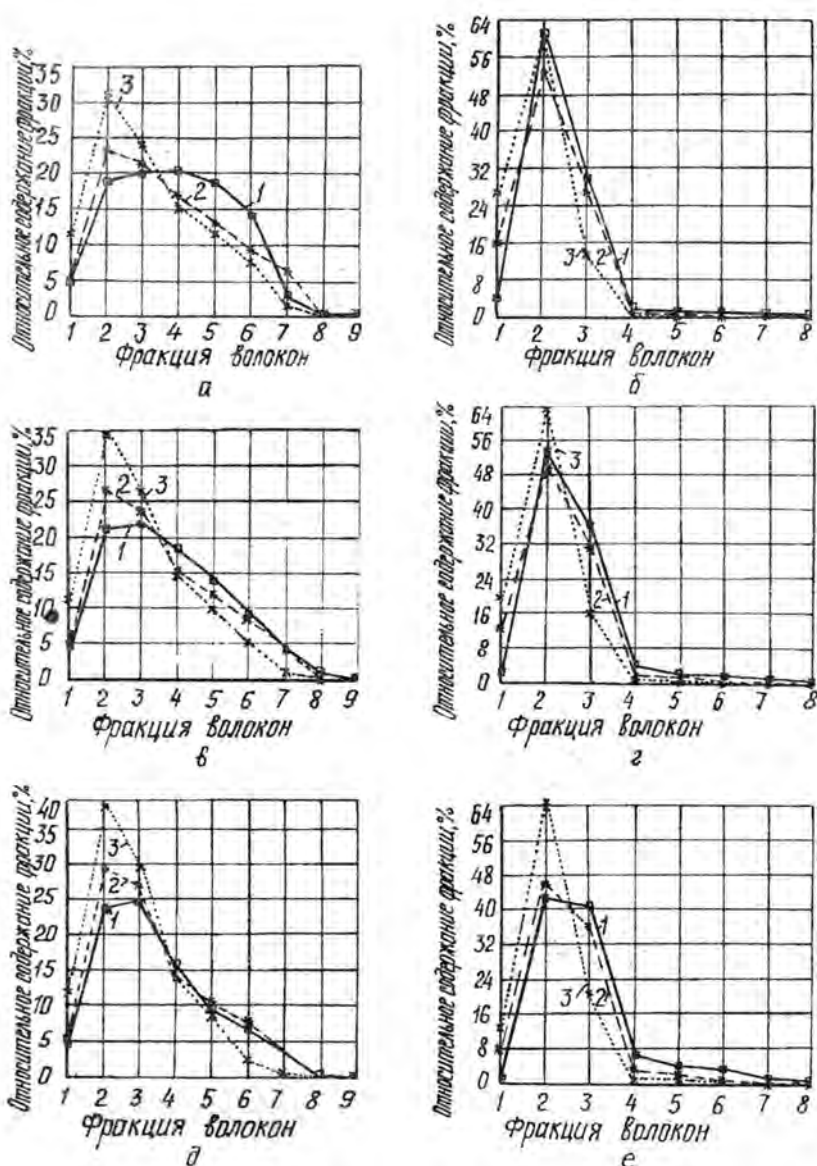


Рис. 3. Влияние переменных факторов процесса размола на фракционный состав образцов хвойной (а, в, д) и лиственной (б, г, е) целлюлозы: а – концентрация массы $C = 2,20$ %; б – 2,80; в – 2,78; г – 3,22; д – 3,25; е – 3,64 %; 1 – присадка дисков $P_D = 0$ %; 2 – 50; 3 – 100 % (Обозначения фракций приведены на рис. 2.)

Динамика изменения прочности поверхности P_{zc} значительно отличается от характера изменения разрывной длины L (рис. 4, в). Во всем диапазоне рассматриваемых концентраций и при величине присадки от 0 до 60 % изменение стойкости поверхности (СПВ) адекватно изменению когезионной способности волокон. При более высоких

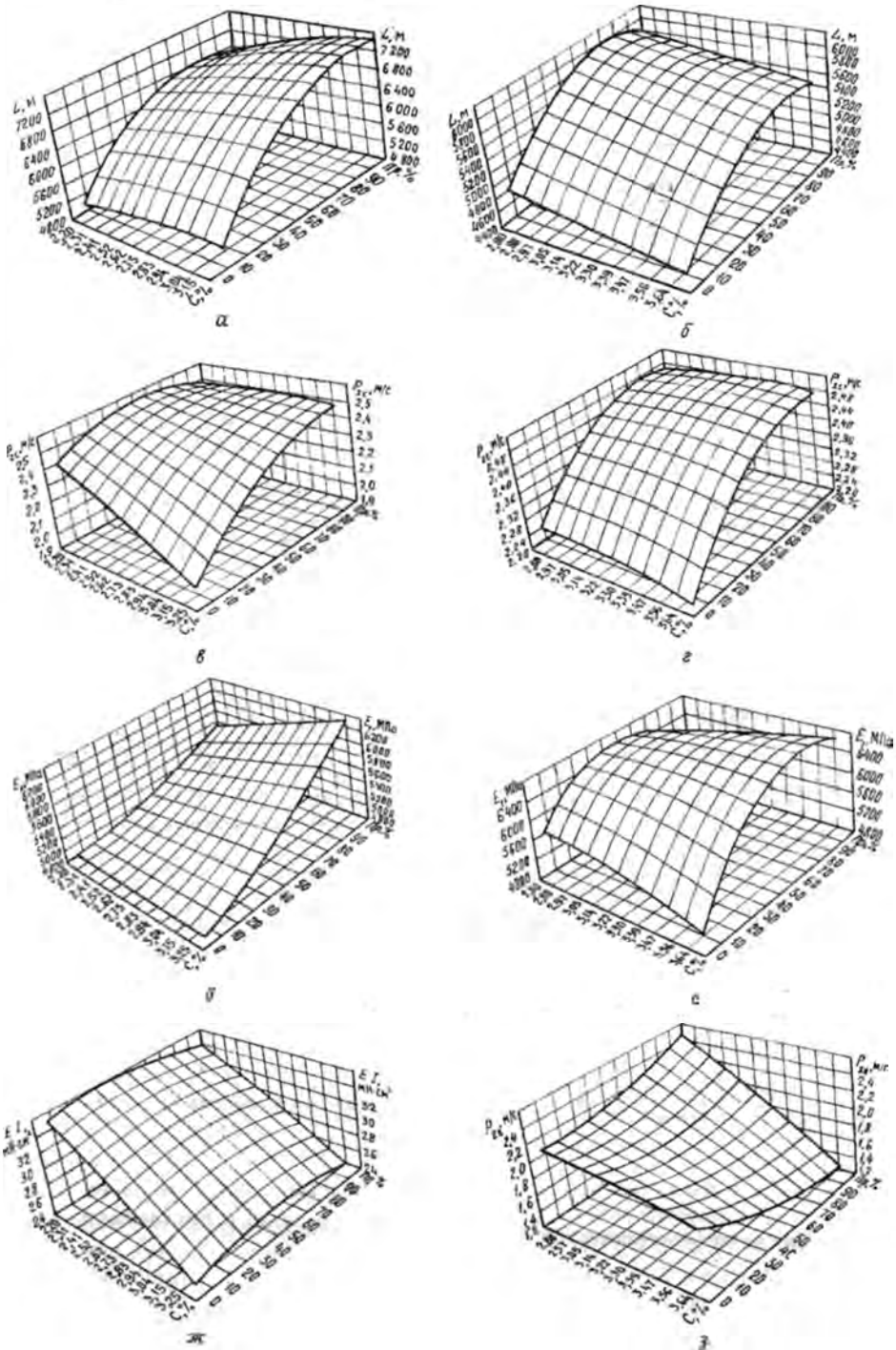


Рис. 4. Влияние переменных факторов процесса размола на разрывную длину (а, б), стойкость поверхности к выщипыванию с сеточной стороны (в, г), начальный модуль упругости (д, е), жесткость при изгибе (ж) и стойкость поверхности к выщипыванию с внешней стороны (з) образцов хвойной (а, в, д, ж) и лиственной (б, г, е, з) целлюлозы

присадках несмотря на рост сил когезии СПВ практически стабилизируется на уровне 2,5 м/с. Это связано с тем, что в указанных условиях за счет повышения относительной доли коротких волокон структура материала отличается более высокой плотностью, а поверхность образцов наиболее однородна. Из-за этого возрастает площадь контакта между поверхностью бумаги и печатной формой. При прочих равных условиях (например, равной когезионной способности) это привело бы к снижению стойкости поверхности к выщипыванию [8]. В данном случае наблюдалось как уплотнение структуры, так и рост когезионной способности волокон, результатом чего и явилась стабилизация СПВ на одном уровне.

Максимальных значений СПВ достигает при $P_p = 60$, $C = 2,20$ %. Вероятно, в данных условиях баланс между основными действующими факторами (фракционный состав, силы когезии и способность волокон к уплотнению во влажном состоянии) оптимален.

Изменения величины начального модуля упругости, возникающие при варьировании условий размола (рис. 4, *д*), тесно связаны с изменениями во фракционном составе по длине волокна. Увеличение относительной доли коротких волокон с ростом концентрации массы и присадки приводит к уплотнению структуры и росту площади контакта между волокнами, что вызывает возрастание модуля упругости. Лишь при малых присадках (0...20 %), т. е. когда поверхность волокон разработана слабо, такой закономерности не выявлено.

Жесткость при изгибе образцов хвойной целлюлозы в данном эксперименте не обнаружила однозначных взаимосвязей с фракционным составом или фундаментальными свойствами волокон. Отметим лишь, что более сильное влияние на величину исследуемого показателя оказывает концентрация массы (рис. 4, *ж*). Максимальное значение жесткость при изгибе имеет при $C = 2,20$ % и $P_p = 40...50$ %.

Размол лиственной целлюлозы. Диаграммы распределения фракционного состава (рис. 3, *б*, *з*, *е*) свидетельствуют о том, что динамика изменения фракционного состава лиственной целлюлозы в процессе размола сложнее, чем у хвойной. Так, при низкой и средней концентрациях (2,80 и 3,32 %) увеличение присадки от 0 до 50 % приводит к росту относительной доли очень коротких волокон (менее 0,6 мм) за счет преимущественного измельчения волокон с длиной от 0,6 до 1,8 мм. Силы когезии при этом возрастают, а пухлость образцов снижается. С дальнейшим ростом присадки более сильному измельчению подвергаются и волокна, обладающие большей длиной. Когезионная способность волокон при этом ослабевает, а пухлость увеличивается.

С возрастанием концентрации массы до 3,64 % увеличение присадки до 50 % приводит к более интенсивному воздействию на фракции волокон с длиной 1,2...1,8 мм. Относительная доля более длинных волокон сохраняется на прежнем уровне. Дальнейшее увеличение присадки дисков при данной концентрации интенсифицирует воздействие гарнитуры на волокна с длиной более 1,8 мм. Когезионная способность волокон во всем диапазоне варьирования присадки

дисков возрастает. Однако интенсивность роста сил когезии по мере увеличения присадки замедляется.

Из рис. 3, б, г, е видно, что при присадке, не превышающей 50 %, с ростом концентрации массы происходит сокращение относительной доли коротковолокнистых фракций, а силы когезии и плотность упаковки волокон при этом практически не изменяются.

В условиях, когда присадка близка к 100 %, увеличение концентрации приводит к изменению баланса в относительном содержании коротковолокнистых фракций. Снижается доля волокон с длиной менее 0,6 мм и возрастает – с длиной 0,6...1,8 мм. Доля длинных волокон остается практически неизменной. Когезионная способность волокон лиственной целлюлозы, размолотой в таких условиях, увеличивается с ростом концентрации массы.

Сравнение динамики изменения фракционного состава по длине волокна и величины разрывной длины (рис. 4, б) образцов лиственной целлюлозы позволяет утверждать, что рост относительной доли волокон с длиной менее 0,6 мм за счет измельчения волокон, обладающих длиной 0,6...1,8 мм, при сохранении примерно постоянного содержания длиноволокнистых фракций положительно сказывается на прочности при растяжении. Если когезионная способность волокон различных образцов одинакова, то большей прочностью обладает образец, имеющий в своем составе большее количество коротких волокон. Такая тенденция наблюдается при увеличении присадки от 0 до 70 % независимо от концентрации массы. Дальнейшее увеличение присадки дисков вызывает более интенсивное воздействие гарнитуры на длиноволокнистые фракции. Их относительная доля сокращается. Если этот процесс не сопровождается ростом сил когезии (размол при малых и средних концентрациях), то наблюдается снижение величины разрывной длины. В случае даже незначительного роста когезионной способности выявлена стабилизация прочности (концентрации примерно 3,64 %).

Как видно из рис. 4, г, з, увеличение концентрации и присадки при размоле лиственной целлюлозы способствует росту разносторонности образцов. Минимальная разносторонность при высоких значениях СПВ получена при $P_p = 100 \%$ $C = 2,80 \%$.

Характер изменения величины начального модуля упругости (рис. 4, е) адекватен изменению когезионной способности волокон. Чем выше силы когезии, тем выше модуль упругости исследуемого материала. Максимум данной характеристики наблюдался при $P_p = 80 \%$ и $C = 3,64 \%$.

При испытаниях как лиственной, так и хвойной целлюлозы каких-либо однозначных взаимосвязей фундаментальных свойств или фракционного состава с жесткостью при изгибе не обнаружено.

Если сравнить поверхности, описывающие поведение одной и той же характеристики хвойной и лиственной целлюлозы, то можно выявить общую тенденцию. Отличие заключается главным образом в том, что прочностные характеристики и начальный модуль упругости хвойной целлюлозы при увеличении присадки дисков свыше 70 % продолжают возрастать, лиственной – снижаться. Это обусловлено чрез-

мерным измельчением при высоких присадках коротких (в силу своей природы) волокон лиственной целлюлозы.

Различия в природе прочностных и деформационных характеристик являются причиной различного характера изменения этих показателей при варьировании условий размола. В табл. 4 представлены условия, необходимые для достижения характеристиками максимальных значений. Как видно из данных табл. 4, максимумы у каждой из представленных характеристик наблюдаются при различных условиях. Этот факт, а также отсутствие научно-обоснованных требований к величине деформационных показателей затрудняет оптимизацию процесса размола исследуемых полуфабрикатов.

Таблица 4

Условия достижения максимальных значений физико-механических характеристик при размоле волокнистых полуфабрикатов

Присадка дисков, %	Концентрация массы, %	L , м	P_{zc} , м/с	E_1 , МПа	EI , мН · см ²
Хвойная целлюлоза					
90	3,25	7560*	2,48	6200	25,5
60	2,20	6780	2,58*	5200	36,1*
100	3,25	7520*	2,50	6410*	25,1
40	2,20	6440	2,56	5060	36,3*
Лиственная целлюлоза					
80	2,80	6070*	2,50*	6420	22,1
80	3,64	5600	2,40	6950*	22,2
0	2,80	4940	2,25	5800	29,1*

* Максимальное значение характеристики.

В ходе оптимизации этого процесса перед нами стояла задача получения максимально возможных значений жесткости при изгибе и модуля упругости при минимальном снижении характеристик прочности материала.

Экспериментально получено при $P_p = 100\%$ и $C = 2,5\%$ для лиственной целлюлозы $L = 7090$ м; $P_{zc} = 2,51$ м/с; $E_1 = 5858$ МПа и $EI = 31,9$ мН · см²; при $P_p = 50\%$ и $C = 2,8\%$ для лиственной целлюлозы $L = 5850$ м; $P_{zc} = 2,43$; $E_1 = 6550$ МПа и $EI = 25,3$ мН · см².

Выводы

1. Поведение образцов размолотой целлюлозы (как хвойной, так и лиственной), которое отражено ходом кривых зависимости $\sigma - \epsilon$, не определяется однозначно когезионной способностью или средней длиной волокна, а во многом обусловлено фракционным составом по длине волокна и величиной нулевой разрывной длины. Образцы, имеющие большую нулевую разрывную длину, обнаруживают более высокие деформацию разрушения и вязко-упругие характеристики. Образцы с одинаковой прочностью, определяемой разрывной длиной, имеют различные характеристики деформативности.

2. Образцы целлюлозы, подвергнутые размолу, имеют более высокие коэффициенты вариации у характеристик деформативности, чем у характеристик прочности. Таким образом, следует обращать особое внимание на повышение стабильности характеристик деформативности.

3. Повышенную вариацию характеристик деформативности можно объяснить особым влиянием фракционного состава по длине волокна, колебания которого особенно велики.

4. Поверхности отклика, отражающие связь концентрации массы и присадки дисков с характеристиками деформативности и прочности, показывают избирательность влияния регулируемых факторов процесса размола на деформативность и прочность материала. Следствием этого является различная динамика изменения этих характеристик при варьировании условий размола.

5. Для обеспечения высоких значений характеристик прочности образцов размолотых полуфабрикатов волокна, образующие их структуру, должны обладать высокой способностью к уплотнению во влажном состоянии и образовывать прочные межволоконные связи. Фракционный состав при этом для хвойной целлюлозы должен быть представлен в основном фракциями с длиной волокна свыше 2,4 мм, для лиственной – выше 1,8 мм.

6. Для получения высокой жесткости у образцов при растяжении в замедленно упругой и пластической зонах необходимы те же условия, что и для прочностных показателей. Следует отметить, что в начальный период нагружения, наряду с высокой когезией волокон и плотной упаковкой структуры, требуется относительно высокое содержание фракций с длиной волокна менее 1,2 мм. В большей степени эта зависимость проявляется у хвойной целлюлозы.

7. Из-за чрезмерного измельчения волокон лиственной целлюлозы ее размол более целесообразно производить при более низкой, по сравнению с хвойной целлюлозой, присадке дисков.

8. Для обеспечения высоких показателей прочности и жесткости при растяжении размол следует производить при высокой присадке дисков (90...100 % – для хвойной; 70...80 % – для лиственной целлюлозы).

9. Высокая жесткость при изгибе обеспечивается пониженной присадкой дисков (40...60 % – для хвойной; 0...20 % – для лиственной целлюлозы).

10. При использовании для размола мельниц двоярного типа сложности с контролем среднего диска определяют затруднения со стабилизацией качества массы после размола.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии: Учеб. пособие для химико-технологических вузов. - М.: Высш. шк., 1978. - 319 с. [2]. Бывшев А.В., Савицкий Е.Е. Механическое диспергирование волокнистых материалов. - Красноярск: Изд-во Красн. ун-та, 1991. - 216 с. [3]. Кларк Дж. Технология

целлюлозы. - М.: Лесн. пром-сть, 1983. - 456 с. [4]. Комаров В.И. Анализ зависимости напряжение – деформация при испытаниях на растяжение целлюлозно-бумажных материалов // Лесн. журн. - 1993.- № 2 - 3. - С. 123 -131.- (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Комаров В.И. Жесткость при изгибе целлюлозно-бумажных материалов. Анализ методов измерения и влияние технологических факторов // Лесн. журн. - 1994. - № 3. - С. 112 - 142.- (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Комаров В.И., Филиппов И.Б. Деформативность и прочность полуфабрикатов, используемых в производстве бумаги для офсетной печати // Лесн. журн. - 1995. - № 4 - 5. - С. 104 - 121.- (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Легоцкий С.С., Лаптев Л.Н. Размол бумажной массы - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 94 с. [8]. Остреров М.А., Гончарова Т.И., Федорова Т.А. Стойкость поверхности бумаги к выщипыванию // Целлюлоза, бумага и картон. - 1994. - № 7 - 8. - С. 20 - 21. [9]. Фляте Д.М. Свойства бумаги.- М.: Лесн. пром-сть, 1986. - 680 с. [10]. Шустов А.Д. Процессы деформации бумажного полотна. - М.: Лесн. пром-сть, 1969. - 200 с.

Поступила 19 сентября 1995 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 674.8.003

В.И. МОСЯГИН, В.А. ЛЕБЕДЕВ

С.-Петербургская лесотехническая академия



Мосягин Владимир Ильич родился в 1939 г., окончил в 1963 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой бухгалтерского учета и анализа хозяйственной деятельности С.-Петербургской лесотехнической академии, член-корреспондент Международной академии наук высшей школы и действительный член Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Имеет более 150 печатных работ в области экономики, планирования и учета вторичных ресурсов и природоохранной деятельности.



Лебедев Вениамин Анатольевич родился в 1972 г., окончил в 1994 г. С.-Петербургскую лесотехническую академию, аспирант кафедры управления в лесном комплексе С.-Петербургской лесотехнической академии.

ВТОРИЧНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ РЕСУРСЫ КАК ТОВАРЫ

Доказано наличие стоимости, потребительной стоимости и других экономических характеристик вторичных древесных ресурсов, что делает их товарами.

The availability of cost, consumption cost and other economic characteristics of the secondary wood resources that makes them goods or commodities has been revealed.

Эффективное развитие лесных отраслей в значительной степени зависит от комплексного использования сырья и широкого вовлечения в хозяйственный оборот вторичных древесных ресурсов (ВДР): отходов лесного хозяйства, лесозаготовок, лесопиления, деревообработки, целлюлозно-бумажного производства, а также макулатуры. Ежегодные ресурсы ВДР исчисляются десятками миллионов кубометров, из которых практическое применение находит не более 60 %.

Превращение ВДР в новую потребительную стоимость – достаточно сложная проблема. Ее квалифицированное решение сопряжено с необходимостью реализации многих взаимосвязанных вопросов научно-технического, экологического, организационно-экономического характера.

Решение вопросов ценообразования на ВДР имеет не только теоретическое, но и важное практическое значение. Можно, конечно, установить цену без каких-либо обоснований, когда она «нащупывается» в процессе торговли с потребителем. Однако подобный эмпирический метод может обернуться грубым просчетом, поскольку от правильного и обоснованного установления рыночной цены во многом зависит объем продаж, рентабельность производства и другие экономические показатели.

У многих руководителей предприятий за годы существования административно-централизованной экономики сформировалось субъективное отношение к вторичным ресурсам как к бросовым. Главной задачей считалась разработка технологии получения и экономических показателей основных видов продукции. Затраты труда переносились целиком на основные, профилирующие продукты; вторичные ресурсы, как правило, не оценивались.

В условиях рыночной экономики подобный взгляд на вторичные ресурсы может принести фирме значительные неприятности. В связи с этим становится актуальным вопрос о необходимых характеристиках ВДР, делающих их товарами: наделены ли они стоимостью и потребительной стоимостью, могут ли выступать объектом купли – продажи? Квалифицированно ответить на эти вопросы можно только опираясь на экономическую теорию и сообразуясь с задачами хозяйственной практики в условиях рыночной экономики.

Потребительная стоимость, как известно, определяется полезностью, способностью вещи удовлетворять какие-либо потребности. Вещь, не находящая никакого применения, естественно, не обладает потребительной стоимостью, независимо от того, создана она трудом или без его участия. По нашему твердому убеждению, вторичные древесные ресурсы имеют потребительную стоимость. Нет ее только у производственных отходов, не поддающихся утилизации на основе существующих технологий. Такие производственные отходы по сути представляют собой обременительные для общества отбросы, которые к категории вторичных ресурсов не относятся.

Любой вид ВДР обладает определенными полезными свойствами, если выступает заменителем первичных древесных ресурсов. Реальные потребительские свойства ВДР обычно аналогичны свойствам исходного сырья, хотя может наблюдаться и снижение качества. Угольная мелочь, например, имеет нестандартный размер час-

тиц угля, поэтому ее необходимо брикетировать. Древесные отходы, используемые в качестве топлива, менее калорийны, чем уголь, жидкое топливо или газ. Но это положение не следует абсолютизировать. Во-первых, у некоторых ВДР сразу, а у других после некоторой доработки свойства становятся вполне сравнимыми со свойствами первичного сырья. Во-вторых: практическое использование таких материалов благоприятно сказывается на экологической обстановке.

Наличие потребительной стоимости ВДР еще не может служить доказательством того, что они имеют стоимость. Если вещь полезна и обладает потребительной стоимостью, это не значит, что она создана трудом. В то же время вещь, лишенная потребительной стоимости, не может иметь стоимости, как бы много труда не было затрачено на ее производство. Если древесные отходы не имеют никакого применения, то их стоимость равна нулю. Но вторичные древесные ресурсы, имеющие определенную потребительную стоимость, выступают носителями и стоимости, если они являются продуктами труда. Образование вторичных ресурсов при их нулевой стоимости возможно лишь в том случае, если все издержки производства полностью переносятся на готовую продукцию. Вместе с тем труд, затраченный на производство, должен воплотиться как в основную готовую продукцию, так и во вторичные древесные ресурсы. Иначе говоря, поскольку процесс производства готовой продукции является одновременно и процессом образования ВДР, представляющих собой определенные потребительные стоимости, постольку затраты труда на производство основной продукции являются и затратами труда на образование вторичных древесных ресурсов. Здесь ВДР равноправны с основной продукцией, так как они выступают составляющими совокупного продукта, обладают потребительной стоимостью и, следовательно, являются результатом определенных затрат труда. Поэтому отсутствие прямых издержек на образование ВДР не означает отсутствия их стоимости.

Некоторые экономисты считают, что поскольку образование вторичных древесных ресурсов не является целью производства, все затраты должны списываться на основные продукты. С такой постановкой вопроса согласиться нельзя. Дело в том, что труд воздействует одновременно на всю массу перерабатываемого сырья, в том числе на будущие отходы. Важно иметь в виду, что цель производства нельзя рассматривать узко и упрощенно, только как процесс создания целевого продукта. Это комплексная задача, в поле зрения которой должен находиться весь технологический цикл со всем комплексом продуктов, включая и образующиеся на разных стадиях производства вторичные ресурсы. Если существует технология, позволяющая использовать ВДР, то они выступают полезным результатом производственного процесса, а следовательно, и породившего их труда. При таком подходе совокупная стоимость «расщепляется» по отдельным полезным продуктовым компонентам. Итак, в основу стоимости ВДР заложен труд, затрачиваемый не на их «изготовление», а на производство полезных компонентов, которые содержатся в древесных отходах и могут быть использованы в дальнейшем процессе в качестве технологического сырья или источника энергии. Так, при распиловке пиловочника помимо пиломатериалов образуются вторичные древесные ресурсы в

виде горбылей, опилок и т. п., являющиеся составной частью древесного сырья. При этом потребительная стоимость пиловочника исчезает. Создаются новые потребительные стоимости пиломатериалов и древесных отходов. Но исходное сырье не всей своей натуральной массой вышло в новую потребительную стоимость; некоторая его часть отошла в виде вторичных ресурсов. Эти ресурсы, превращаясь из отходов лесопильного производства в полезно используемое сырье или энергоресурсы, должны нести в себе часть общих затрат на производство. Таким образом, всю сумму, уплаченную за пиловочник, предприятие должно отнести как на пиломатериалы, так и на вторичные древесные ресурсы.

Единство потребительной стоимости и стоимости вторичных ресурсов непосредственно проявляется в цене. Именно в цене выражаются интересы как производителей, так и потребителей продукции. Нет смысла изготавливать товары дешевые, но не нужные потребителю, и, наоборот, высокополезные, но не доступные по цене. Данное обстоятельство относится как к ВДР непосредственно, так и к продуктам их переработки.

Итак, вторичные древесные ресурсы являются объектом товарно-денежных отношений, обладают стоимостью и потребительной стоимостью и, следовательно, представляют собой товары. Этот вывод следует считать основополагающим при формировании и обосновании рыночных цен на различные виды ВДР и получаемую из них продукцию.

Поступила 22 декабря 1995 г.

УДК 334.75

Б. В. ВОРОБЬЕВ, Е. В. ВАРАВА

С.-Петербургский государственный технический университет

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ ИНВЕСТИЦИЙ В ЛЕСОХИМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС С УЧЕТОМ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Предложена методика оценки выгоды региональной инвестиционной программы и выбора оптимального варианта размещения, мощности и технологического режима работы новых или реконструируемых предприятий лесохимического комплекса, основанная на условии обеспечения социально-экологических норм качества окружающей среды.

The approach of profitability estimation of regional investment program and optimal site selection, capacity and operating conditions of wood chemical integrated enterprises, both new and those under reconstruction, based on the condition of providing social and ecological standards of environment quality has been offered.

Российские предприятия целлюлозно-бумажной, гидролизной и лесохимической промышленности, образующие в совокупности лесохимический комплекс (ЛХК), обладают высокими потенциальными возможностями по выпуску конкурентоспособной продукции. Определяющим фактором их деятельности является интенсификация отраслей комплекса: применение новой техники и технологии, глубокая и безотходная переработка сырья, расширение и улучшение ассортимента продукции и т. д. Очевидно, что интенсификация отраслей ЛХК в данный период возможна за счет инвестиций в виде не только денежных средств или целевых банковских вкладов, но и технологий, машин, оборудования, лицензий, кредитов.

При обосновании региональной инвестиционной политики основное методологическое положение авторов состоит в безусловном обеспечении экологических и социальных норм качества окружающей среды (природоохранных и социальных ограничений на урбанизацию среды), так как предприятия ЛХК представляют серьезную опасность для природной и экономической сред по количеству и видам промышленных выбросов [2].

Оптимальный вариант размещения, мощности и технологического режима работы новых или реконструируемых объектов ЛХК предполагает следующий подход к решению задачи.

1. Оценивают отдельно каждую отрасль по всем предприятиям (объектам) ЛХК, включенным в региональную инвестиционную программу, т. е. рассматривают два множества: $S = 1, 2, 3, \dots, m$ отраслей (производств) ЛХК; $M = 1, \dots, k$ предприятий соответствующих отраслей.

Для данного направления инвестиций (например в целлюлозно-бумажную промышленность – отрасль А) их эффективность (\mathcal{E}_n) с учетом обеспечения норм качества окружающей среды (ОС) определяют по формуле

$$\mathcal{E}_n = \frac{\Pi_a - (I_{\text{пом}} + I_x)}{K_a + K_{\text{пом}} + K_x + K_1} \geq E_{\text{нр}}, \quad (1)$$

где Π_a – годовая прибыль в отрасли А;

K_a – капитальные вложения в эту отрасль;

$K_{\text{пом}}, I_{\text{пом}}$ – соответственно единовременные и текущие затраты на природоохранные мероприятия, предотвращающие нарушения в природной среде;

K_x, I_x – то же на хозяйственные мероприятия, предотвращающие нарушения в экономической среде;

K_3 – стоимость отводимых под застройку территорий;

$E_{пр}$ – рыночная норма процента.

2. Чистую сумму дисконтированной прибыли (Π_x^k) определяют по формуле

$$\Pi_x^k = \sum_{M=1}^k \left[\sum_{t_{н.с.}}^{t_{к.э}} \frac{\Pi_{a,t}}{(1+E)^t} - \sum_{t_{н.с.}}^{t_{к.с}} \frac{K_{a,t} + K_{o.c,t}}{(1+E)^t} \right], \quad (2)$$

где $t_{н.с.}$, $t_{к.с.}$ – соответственно начальный и конечный год строительства;

$t_{к.э}$ – конечный год эксплуатации объекта;

$\Pi_{a,t}$ – прибыль предприятия в t -м году;

$K_{a,t}$ – капитальные вложения в развитие предприятия в t -м году;

$K_{o.c,t}$ – капитальные вложения на охрану окружающей среды в t -м году, $K_{o.c,t} = (K_{пом} + K_x + K_3)$;

E – норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

Если $\Pi_x^k > 0$, капитальные вложения эффективны; при $\Pi_x^k < 0$ неэффективны, так как выгоднее отдать капитал в кредит и получить более высокий доход.

3. Влияние затрат на охрану окружающей среды ($K_{o.c.}$) на эффективность инвестиций (K_a) оценивают сопоставляя прибыль, полученную за период эксплуатации предприятий ЦБП региона, с ущербом от «вынужденного» вложения средств в охрану ОС:

$$\Pi_x^{y*} = \sum_{M=1}^k \sum_{t_{н.с.}}^{t_{к.с.}} \left[\frac{\Pi_{a,t}}{(1+E)^t} - K_{o.c.}(1+E)^t \right]. \quad (3)$$

Исходим из положения, что со временем ущерб возрастает, а прибыль снижается. Под «вынужденностью» мы понимаем необходимость считаться с интересами общества. А это требует соответствующих затрат, которые, естественно, надо сопоставлять с ожидаемой выгодой. В результате при формировании инвестиционной программы создается механизм регулирования отношений данного предприятия с природой, другими видами хозяйственной деятельности и, наконец, с государственными (федеральными) органами.

При $\Pi_x^{y*} < 0$ требуется решить следующие вопросы:

оценить проект на «экологичность» технологических решений и на учет социально-экономических факторов;

при невозможности соответствующих коррективов в проекте в целях получения положительного результата ($\Pi_x^{y*} > 0$) рассмотреть целесообразность инвестиций в данное предприятие с позиций как предпринимателя (при частных инвесторах), так и государства (при госбюджетном ассигновании);

если альтернативных решений (с учетом внутренних и внешних эколого-социально-экономических условий) нет, а данное производство относится к числу приоритетных, следует отрегулировать отношения между правительством и предприятием через льготную налого-

вую и кредитную политику, обеспечивающую условие $\Pi_{\text{д}}^{Y^*} > 0$, т. е. выгодность инвестиций.

4. В зоне прямого и косвенного влияния строительства (реконструкции) и эксплуатации объекта ЛХК может находиться i -е количество природных ресурсов на j -х участках и k -го качества: сельскохозяйственные угодья, лес, полезные ископаемые, источники воды и естественной биопродукции.

Ущерб от изъятия или ухудшения качества природных ресурсов заключается прежде всего в снижении возможности их использования для удовлетворения потребностей общества и, как следствие, в уменьшении прибыли. Этот ущерб (Y_n^*) предлагается определять для каждого предприятия отрасли по формуле [1]:

$$Y_n^* = \sum_{i=1}^{i_{\text{ис}}} \left[\sum_{j=1}^n C_{ijk} V_i (1 + E_{\text{нп}})' + \sum_{i=1}^n C_{ijk} V_i^* K_{\text{ни}} (1 + E_{\text{нп}})' \right], \quad (4)$$

где C_{ijk} – стоимость i -го природного ресурса, расположенного на j -м участке и имеющего k -е качество;

V_i, V_i^* – соответственно объем изымаемого и ухудшаемого i -го природного ресурса (га, м³, т);

$K_{\text{ни}}$ – коэффициент, учитывающий снижение продуктивности (качества) i -го природного ресурса ($K_{\text{ни}} < 1$).

5. Влияние ущерба (Y_n^*) при обосновании выгоды инвестиций учитывают по формуле [3]

$$\Pi_{\text{д}}^{Y^*} = \sum_{k=1}^k \left[\sum_{i=1}^{i_{\text{ис}}} \frac{\Pi_{\text{д}}}{(1 + E_{\text{нп}})' } - Y_n^* \right], \quad (5)$$

где $\Pi_{\text{д}}^{Y^*}$ – дисконтированная прибыль с учетом ущерба Y_n^* .

При $\Pi_{\text{д}}^{Y^*} < 0$ делается анализ и выводы, аналогичные изложенным к формулам (2) и (3).

6. Проектную рентабельность производства (R_a), определяемую как отношение прибыли за год в отрасли А к капитальным вложениям, сопоставляют с нормой дохода на капитал ($E_{\text{д}}$):

$$R_a = \frac{\Pi_{\text{д}}}{K_a + I_{\text{о.с}}} \geq E_{\text{д}}, \quad (6)$$

где $I_{\text{о.с}}$ – текущие затраты на охрану окружающей среды.

7. На основе частных оценок производят общую (интегральную) оценку выгоды региональной инвестиционной программы. Эта оценка не является простой суммой затрат и выгод, получаемых при рассмотрении отдельных отраслей и предприятий. Она должна учитывать взаимные связи и зависимости различных отраслей ЛХК, включенных в инвестиционную программу, как по капитальным вложениям, годовым издержкам и прибыли, так и по единовременным и текущим затратам на охрану окружающей среды.

Выводы

1. В качестве основного методологического положения при обосновании региональной инвестиционной деятельности по интенсификации отраслей ЛХК следует принимать безусловное обеспечение социально-экологических норм качества окружающей среды.

2. Разработанная методика интегральной оценки выгодности региональной инвестиционной программы предполагает выбор оптимального варианта размещения, мощности и технологического режима работы новых или реконструируемых предприятий ЛХК по критерию минимума затрат и ущерба либо максимума выгоды как отношения эффекта к затратам или их сопоставления с учетом фактора времени.

3. Предлагаемый подход, по мнению авторов, обеспечивает надежность обоснования региональной инвестиционной деятельности, экономическую эффективность и социальную привлекательность проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Воробьев Б.В., Косолапов Л.А. Водотоки и водоемы: взаимосвязь экологии и экономики. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 272 с. [2]. Мосягин В.И. Охрана природы в отраслях химической переработки древесины. - М.: Экология, 1992. - 192 с. [3]. Ray Rees. The Economics of Investment Analysis. - Н.М. Stationery office, 1973. - № 4.

Поступила 24 ноября 1994 г.

УДК 630*61

А.В. АНТОНОВ

Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова

Антонов Антон Валерьевич родился в 1960 г., окончил в 1982 г. Московский лесотехнический институт, кандидат экономических наук, докторант кафедры менеджмента Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова. Имеет ряд работ по проблемам экономики и управления в лесном комплексе.



ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРАВА ГОСУДАРСТВЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ НА ЛЕСА

Даны предложения по совершенствованию реализации права государственной собственности на леса.

The suggestions on improving the realization of the right for governmental forests' ownership have been given.

Решение глобальной проблемы охраны окружающей природной среды тесно связано с правильной функциональной организацией ведения лесного хозяйства, участием различных органов в управлении лесами. Сохранение преимущественно государственной собственности на леса в России в ближайшей перспективе, как и в других развитых странах, требует решения многих вопросов, связанных с управлением этой собственностью.

Как известно, существуют три основные функции, которые выполняет собственник: владение, распоряжение и пользование. В соответствии с Основами лесного законодательства РФ, принятыми в 1993 г., владельцами лесного фонда являются лесхозы, колхозы, совхозы и другие сельскохозяйственные формирования, заповедники, национальные природные парки, учебные, лесные и опытные лесные хозяйства. В ст. 2 записано: «Владение, распоряжение и пользование лесным фондом РФ осуществляется как в интересах народов, проживающих на соответствующих территориях, так и в интересах всех народов РФ». Далее рассмотрена компетенция различных органов управления государством в сфере регулирования лесных отношений. Выделены следующие органы управления, которые могут своими решениями затрагивать вопросы государственной собственности на леса:

правительство РФ,

Верховные Советы и правительства республик РФ; законодательные органы и администрации краев, областей, автономных округов;

Советы и администрации районов;

федеральный орган управления лесным хозяйством;

государственные органы управления лесным хозяйством в республиках РФ (комитеты), в краях, областях, автономных округах (управления);

владельцы лесного фонда.

На этой вертикали при принятии различными органами решений, касающихся реализации прав государственной собственности на леса, возникают противоречия и несогласованность. Причина тому – наделение разных органов государственной власти несвойственными им функциями и, наоборот, отсутствие у них ряда функций по действующему государственному контролю за состоянием, использованием и воспроизводством лесов.

Попытаемся сформулировать основы компетенции государственных органов управления в лесном хозяйстве.

Правительство РФ сохраняет право установления порядка перевода лесных земель в нелесные и отказывается от несвойственных ему функций по определению порядка отнесения лесного фонда к группам лесов и категориям защитности, перевода из одной категории или группы в другую, утверждению правил отпуска древесины на корню, определению пользования лесным фондом в лесах заповедников, национальных природных парков, ведению лесного хозяйства в колхозах, совхозах, других сельскохозяйственных формированиях. Эти функции могут быть возложены на органы управления лесным хозяйством.

Правительству РФ следует взять на себя право контроля за состоянием, использованием и воспроизводством лесов, осуществляемым органами охраны окружающей природной среды, независимыми от органов управления лесным хозяйством.

В состав органов охраны окружающей природной среды следует включить лесную охрану, существующую в системе управления лесным хозяйством, подчинив ее только Министерству охраны окружающей среды и природных ресурсов. Это позволило бы осуществлять действительно компетентный и независимый государственный контроль за состоянием, использованием и воспроизводством лесов соответствующими подразделениями органов охраны окружающей природной среды на всех уровнях от федерального до районного.

За органами государственной власти республик, регионов можно оставить права контроля за состоянием и воспроизводством лесов; организации борьбы с пожарами; утверждения положений о государственном внебюджетном фонде и контроле за ним; принципах определения размеров лесных податей и арендной платы; их распределения.

Из компетенции этих органов следует исключить права по утверждению правил пользования для заготовки второстепенных материалов, правил охоты и использования лесного фонда в научных, туристских и спортивных целях. Эти права могут быть переданы государственным органам управления лесным хозяйством.

За районами целесообразно сохранить права по установлению форм, ставок и размеров лесных податей, арендной платы и т. д. Кроме того, районам рекомендуется осуществлять государственный контроль за состоянием, использованием и воспроизводством лесов.

Права, связанные с формой выбора лесопользователя, проведением торгов и конкурсов, передачей леса в аренду, прекращением права пользования, приостановлением или ограничением этого права целесообразно передать в компетенцию владельцев лесного фонда. Последние имели бы возможность принимать решение о прекращении права пользования, приостановке или ограничении этого права только по согласованию с органами охраны окружающей природной среды. В то же время за лесопользователями, вероятно, необходимо оставить возможность восстанавливать свои права в судебном порядке.

За федеральным органом управления лесным хозяйством следовало бы сохранить такие важнейшие функции, как

установление возрастов и оборотов рубки, определение порядка лесоустройства, организация лесовосстановительных работ, управление национальными парками и т. д. К этим функциям можно добавить утверждение расчетной лесосеки при согласовании ее величины с соответствующими органами охраны окружающей природной среды на всех уровнях и своевременным информированием органов государственной власти республик, регионов.

Государственным органам управления лесным хозяйством можно было бы продолжать выполнение функций по ведению лесного кадастра и учета лесного фонда, утверждению проектов лесоустройства, установлению порядка осуществления лесного мониторинга и др.

За владельцами лесного фонда следовало бы закрепить права по передаче участков леса в аренду (без решения районной администрации), выполнению научно-исследовательских работ, ведению лесного хозяйства в колхозах и совхозах, восстановлению лесов, заготовке семян, выращиванию посадочного материала, оформлению документов (выдача лицензий, лесорубочных и лесных билетов) и др.

Таким образом, внесение изменений в Основы лесного законодательства РФ позволило бы разграничить сферы компетенции между органами власти и органами управления лесным хозяйством, сосредоточив государственный вневедомственный контроль за состоянием, использованием и воспроизводством лесов РФ в ведении органов власти с помощью органов охраны окружающей природной среды на всех уровнях и усилив права органов управления лесным хозяйством в части рационального пользования лесным фондом.

Поступила 17 ноября 1995 г.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 630*902

**ВАСИЛИЙ ЯКОВЛЕВИЧ ЛОМИКОВСКИЙ
КАК АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТОР-ПРАКТИК**

Василий Яковлевич Ломиковский (1778-1845 гг.) известен как украинский дворянский историк, этнограф и агроном. Он выходец из рода украинских помещиков, живших в с. Мелюшки Хорольского уезда Полтавской губернии. Учился в Москве в Шляхетском кадетском корпусе, после окончания которого был на военной службе [5].

Выйдя в отставку, В.Я. Ломиковский поселился на хуторе Трудолюб Миргородского уезда Полтавской губернии. Здесь в 1809 г. он приступил к обширным работам по разведению лесных и садовых деревьев, сочетавшимся с прообразом агролесомелиоративного устройства земель имения. В числе его посадок были первые в истории ветроломные ползащитные полосы.

Будучи корреспондентом Общества для поощрения лесного хозяйства, Ломиковский послал туда описание своих занятий лесным хозяйством, за которое удостоился Высочайшего благоволения и получил от Общества золотую медаль. Труд же его был признан полезным и в 1837 г. напечатан как практическое руководство [2].



В своей книге В.Я. Ломиковский детально описывает разведение тополей, ольхи черной, вербы белой, яблонь и груш, а также таких «лесных» деревьев, как сосна, дуб и береза; излагает правила пересадки молодых деревьев. Он систематизирует виды посадки: линии, рощи и единичные (поодиночке). Согласно современной терминологии защитного лесоразведения это аллеи, полосные и массивные насаждения.

По прошествии 25 лет труды его увенчались успехом: он пользовался уже строевыми деревьями, пригодными для строительства жилья. Деревья в возрасте 20 лет и старше распиливали на доски, которые использовали для полов, кровли, потолков, дверей, столов, скамеек. Из 23-летнего осокоря была выдолблена лодка на 5 человек. Из 25-летних верб, ольхи и тополей в имении построили огромный сарай с дубовым основанием.

В.Я. Ломиковский писал, «что правильное лесоводство, кроме собственной пользы, весьма много содействует и пользам сельского хозяйства». Хозяйство же свое он называл «древопольным», ибо совмещал на одной и той же площади возделывание сельскохозяйственных культур с выращиванием насаждений. Благодаря такому хозяйству при общих и крайних неурожаях в 1834 и 1835 гг. Ломиковский получал настолько «изобильный урожай, какой бывает в самые добрые годы». По его наблюдениям, «посевы на открытых полях всегда значительно отстают от урожаев на древопольных местах». Причины плохого роста посевов ржи он видел еще в стадии всходов; на открытых местах под воздействием холодных ветров и отсутствия дождей всходы росли медленно, а сами посевы оказывались негустыми.

Преобразования территории своего имения В.Я. Ломиковский сочетал с мелиорацией и лесоразведением: «Непроходимые болота осушены широкими каналами и местами обсажены рощами; в одних местах заведены леса тенистые, в других открыты светлые долины и пастбища; для удобных переездов сделаны гати и устроены широкие плотины. Нагорные места, крутизны, пологие скаты, равнины и впадины, смотря по наличию и выгодам, украшены садами, рощами, купами и одинокими деревьями. Все дороги и некоторые плотины расширены, выровнены, обделаны пешеходными насыпями, обсажены разнообразными и отчасти плодовыми деревьями и кустарниками; устроены широкие мосты, беседки и приюты для путников; открыто несколько чумацких пастбищ, водопоев, колодцев и устроены пристанища для путников. Наконец, площадки, открытые долины, сенокосные пажити, пахотные нивы и межи обсажены высокоствольными деревьями, кустами и зелеными огородами ...» [2]. Ломиковский стремился к тому, чтобы улучшенные лесными полосами участки, давая выгоду отдельным владельцам, «содействовали и общенародной пользе».

В.Я. Ломиковский как передовой и рачительный сельский хозяин послужил прототипом землероба Костанжогло во втором томе «Мертвых душ» [3, 4]. Вот как описаны Н.В. Гоголем земельные угодья «первого хозяина» Костанжогло: «... Видите ли этот молодник-

лес? Это – сеяный. У другого в пятнадцать лет не поднялся бы так, а у него в восемь вырос. Смотрите, вот лес и кончился. Начались уже хлеба; а через пятьдесят десятин опять будет лес, тоже сеяный, а там опять. Смотрите на хлеба, во сколько раз они гуще, чем у другого ... Он мало того что знает, какую почву что любит, знает, какое соседство для кого нужно, поблизости какого леса нужно сеять какой хлеб. У нас у всех земля трескается от засух, а у него нет. Он рассчитает, насколько нужно влажности, столько и дерева разведет; у него все играет две-три роли: лес лесом, а полю удобренье от листьев да от тени» [1].

К заслугам В.Я. Ломиковского надо отнести факт обнаружения в 1837 г. на страницах «Лесного журнала» одной интересной рукописи. Это подробное наставление, составленное заведующим садами Киево-Печерской лавры. Как руководство и вместе с тем исторический памятник оно свидетельствует о том, что наши предки в давние времена знали, умели и хорошо понимали все процессы древоразведения [6]. Год написания этого наставления неизвестен, но надо думать, что до появления в письменной форме оно передавалось от поколения к поколению устно. По словам Ломиковского, это «полное руководство к отечественному садоводству, не оранжерейному, но на открытом воздухе, общенародному» [6].

Читая В.Я. Ломиковского, поражаешься не только обширностью его знаний в области дендрологии и садоводства, но и глубоко биологическим видением сущности природы. Поэтому так современно следующее высказывание этого незаурядного человека: «... растительная природа требует, чтобы с нею обращались не иначе, как согласно с собственными ее законами, а не произвольно» [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гоголь Н.В. Мертвые души // Собр. соч.Т.5. - М.: Худ. лит., 1967. - С. 350 - 351. [2]. Ломиковский В.Я. Разведение леса в сельце Трудолюбие. - СПб., 1837. - 71 с. [3]. Мелехов И.С. Очерк развития науки о лесе в России. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. - 208 с. [4]. Ткаченко М.Е. Материалы о степном лесоразведении. - М; Л.: Гослесбумиздат, 1951. - 84 с. [5]. Українська Радянська енциклопедія. Т. 8. - Київ, 1962. - С. 252-253. [6]. Цветков М.А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. - 214 с.

М.Д. Мерзленко
Московский государственный университет леса

УДК 630*902

СЕВЕРНОЙ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ – 85 ЛЕТ

Исполнилось 85 лет одному из старейших научно-исследовательских заведений России – Северной лесной опытной станции Архангельского института леса и лесохимии (ст. Обозерская Северной железной дороги).

Развитие и становление лесного опытного дела в лесах Севера неразрывно связано с именем Сергея Венедиктовича Алексеева. Выпускник Императорского лесного института 1910 г., приказом по Лесному департаменту Министерства земледелия он был назначен лесничим вновь созданного Северного опытного лесничества. Первые два года С.В. Алексеев много времени уделял строительству. В это время создан архитектурный ансамбль, гармонично вписавшийся в природу здешнего края и вобравший в себя лабораторию, усадьбы, подсобные помещения. Здесь выполнены первые исследования природы лесов Севера. Так, в 1912 г. лесничество посетил А.В. Тюрин, где описал 144-летнее насаждение ели с запасом 92 таксационные сажени. Столь же производительные ельники были отмечены исследователем гораздо южнее, в лесах Вологодской области. Волею судьбы одним из гостей станции того периода оказался знаменитый русский летчик П.Н. Нестеров, летательный аппарат которого потерпел аварию близ железнодорожной станции.

Этапы творческой деятельности коллектива опытного лесничества тесно связаны с историей страны. Империалистическая война, революция, интервенция, гражданская война приостановили ведение научно-исследовательских работ, но уже в 1923 г. лесничество стало участником Первой сельскохозяйственной и кустарно-промышленной выставки в Москве, где удостоилось диплома III степени.

В связи с развитием лесопромышленного комплекса страны С.В. Алексеев возглавил научное направление по изучению сплошных и выборочных рубок на Севере. Он был первым, кто приступил к выполнению стационарных, систематических научных наблюдений. Вклад Сергея Венедиктовича в разработку вопросов таежного лесоводства был настолько значителен, что ему по совокупности выполненных работ присвоили ученую степень доктора наук без защиты диссертации.

Рядом с С.В. Алексеевым начинал научную деятельность А.А. Молчанов – впоследствии выдающийся ученый в области лесоводства, лесоведения и биогеоценологии, член-корреспондент АН СССР, доктор биологических наук, профессор. За годы совместной работы С.В.

Алексеев и А.А. Молчанов изучали сплошные и выборочные рубки и их последствия, плодоношение основных лесообразующих древесных пород, лесовозобновление под пологом и на открытых пространствах вырубок, влияние пожаров на леса. Итогом работ стали многочисленные монографии.

В 1957 г. С.В. Алексеев по состоянию здоровья вышел на пенсию и вскоре умер.

На протяжении последующего десятилетия станцию возглавлял канд. с.-х. наук Л.А. Ершов. Изменились научные приоритеты. Основное внимание стали уделять вопросам, связанным с производством лесных культур, облесением сплошных концентрированных вырубок. Лесная опытная станция занималась вопросами апробации лесохозяйственной техники и ее внедрением в производство. С 1965 г. по 1992 г. станцию возглавлял В.М. Жариков. В эти годы изучались вопросы селекции и семеноводства сосны и ели, создания лесосеменных плантаций.

Особое место в научно-исследовательской деятельности Северной ЛОС занимают рубки ухода, формирование хозяйственно ценных насаждений, изучение экологического режима молодняков, пройденных рубками, подбор оптимального варианта выращивания древостоев хвойных пород. Выполнением научной тематики руководит Г.А. Чибисов, доктор с.-х. наук, академик АЕН РФ, директор Архангельского института леса и лесохимии. В настоящее время станция участвует в разработке и внедрении проекта биоиндикационной сети постоянных пунктов учета в зоне экологического мониторинга лесов Архангельской области.

В последние годы, несмотря на непростое финансовое положение, осуществляется строительство жилья для сотрудников ЛОС. К научной работе привлекается молодое поколение лесоводов.

Вклад Северной ЛОС в науку был отмечен на Всероссийском рабочем совещании по проблемам динамической типологии лесов, состоявшемся в июне 1995 г. в Архангельске.

А.Н. Салтыков
Северная ЛОС

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 061.3 : 630*81

СЕССИЯ КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА
ПО ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЮ В ЙОШКАР-ОЛЕ

Очередная выездная сессия Координационного совета по современным проблемам лесоведения, функционирующего при Московском государственном университете леса под эгидой Международной академии наук о древесине (IAWS – ИАВС), проходила 2 – 4 октября 1995 г. в Марийском государственном техническом университете (г. Йошкар-Ола).

В работе сессии приняло участие 40 представителей вузов и исследовательских организаций, в том числе 11 членов Совета. Письменные сообщения поступили от 10 членов Совета из России, Украины, Белоруссии, Грузии, Латвии и Эстонии.

Сессия почтила память скончавшихся выдающихся ученых: академика РАСХН, почетного члена IUFRO И.С. Мелехова; академиков IAWS В. Нечесаны (Словакия) и М. Лавничака (Польша).

Участников сессии приветствовал ректор МарГТУ чл.-кор. АЕН РФ Г.С. Ощепков, который рассказал о направлениях научной деятельности профессорско-преподавательского состава университета. Были заслушаны доклады и сообщения по разным вопросам фундаментального и прикладного лесоведения.

Автор этих строк доложил о новых разработках в области лесоведения за 1995 г., отраженных в «Бюллетене ИАВС» № 1 (1995 г.); сборниках докладов на международном семинаре «Древотерм-95» в Зволненском техническом университете (Словакия) и юбилейной научной сессии в Софийском лесотехническом институте (Болгария); материалах заседаний Технических комитетов (ТК 55 и ТК 99) Международной организации по стандартизации (г. С.-Петербург); трудах XX Мирового конгресса IUFRO в Тампере (Финляндия).*

Ученые МарГТУ сообщили: В.И. Бызов – об исследованиях, проводимых на кафедре технологии деревообработки по региональной комплексной программе переработки древесного сырья и отходов; В.И. Пчелин – об изучении строения и свойств древесины основных

* Все перечисленные издания и материалы имеются в МГУЛ.

лесообразующих пород Среднего Поволжья на лесохозяйственном факультете, что позволило выявить влияние на качество древесины различных биозкологических факторов; И.А. Алексеев – о работах, проводимых на кафедре лесных культур, стандартизации и лесного товароведения, в том числе об использовании древесиноведческих методов при экологическом мониторинге дубрав, влиянии некоторых гнилей на свойства древесины и др.; В.И. Федюков – об исследованиях в области квалиметрии резонансной древесины, в частности о разработке, изготовлении и внедрении комплекса технических средств для экспресс-диагностики и неразрушающего отбора резонансной древесины на корню; А.А. Колесникова – о возможности изучения резонансных свойств древесины на кернях, отбираемых из стволов ели, о возможности учета пространственного расположения керна в стволе растущего дерева; М.В. Боярский – о работе по исследованию асимметрии ширины годичных слоев древесины резонансной ели и связях акустических параметров с показателями строения и химического состава этой древесины; Е.В. Прохорова – о результатах исследований на архивной плантации ели в учебно-опытном лесхозе по приживаемости, сохранности и росте прививок резонансной ели; П.М. Мазуркин – о биометрическом моделировании формы ствола деревьев и возможности построения денсиметрической картины стволов различных древесных пород; А.С. Торопов – о новых способах производства комбинированных лесоматериалов из однородной и неоднородной (из различных пород) древесины и значительном увеличении предела прочности их при статическом изгибе.

В.В. Коровин (Всесоюзный научно-исследовательский институт химизации лесного хозяйства) рассказал об исследовании аномальных изменений древесины лесообразующих пород в зоне радиоактивного загрязнения древостоев и использовании методов анатомии растений при оценке качества сырья для изготовления дубовой клепки бочкотары, применяемой в виноделии.

И.Н. Вариводина (Воронежская государственная лесотехническая академия) доложила о свойствах топяковой древесины дуба.

В.Н. Поляков (Брянская государственная инженерно-техническая академия) сообщил о возможностях и целесообразности определения показателей физико-механических свойств древесины, а так же о работах по изучению влияния пороков на качество лесоматериалов, проводимых в рамках Федеральной программы лесного мониторинга.

А.Я. Любавская (Московский государственный университет леса) продемонстрировала фильм «Сортоводство и использование карельской березы» и рассказала о способах разведения промышленных сортов карельской березы.

Участники сессии познакомились с постановкой научно-исследовательской работы в области древесиноведения МарГТУ, посетили лабораторию квалиметрии резонансной древесины, ботанический сад.

Выступления и письменная информация, поступившая от членов Совета, свидетельствуют, что научные исследования проводятся по всем основным направлениям координационного плана, однако финансовые трудности существенно влияют на их объем и тематику.

Намечено издать материалы прошедшей сессии и провести следующую сессию в 1996 г. в МГУЛ.

Б.Н. Уголев
Координационный совет
по современным проблемам древесиноведения

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 674.032.475.3(470.1)(049.3)

О. А. НЕВОЛИН

Архангельский государственный технический университет

ЛИСТВЕННИЧНЫЕ ЛЕСА ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

Под таким названием вышла в свет книга северных лесоводов В.И. Кашина и А.С. Козобродова*. В ней авторы приводят результаты своих 40-летних исследований одной из ценнейших в хозяйственном отношении высокопродуктивных древесных пород – лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и выделенного из нее Н.В. Дылисом в 1947 г. самостоятельного вида – лиственницы Сукачева (*Larix Sukaczewii* Djl). При этом они, ссылаясь на исследования Е.Г. Боброва, в начале книги как бы вскользь проводят мысль (на наш взгляд, правильную), что лиственница Сукачева является особой популяцией лиственницы сибирской.

Книга открывается небольшим предисловием, написанным непревзойденным знатоком таежных лесов И.С. Мелеховым. С первых страниц читателя захватывает интересное историческое описание лиственницы и ее народнохозяйственного значения. В изложении материалов чувствуется почерк эрудитов. Однако нельзя не высказать сожаления о том, что в книге не нашлось места для уникальных сведений о нашем «северном дубе» из трудов, написанных по Северу России и давно ставших библиографической редкостью: П.И. Челищева, К. Молчанова, В.И. Латкина, А. Шренка, В. Верещагина, П.И. Крузенштерна, М.К. Сидорова, Н.А. Фирсонова. Вот, например, несколько любопытных свидетельств М.К. Сидорова из его знаменитой книги «Север России» (СПб., 1870. - 556 с.): «... В 1867 году доставлен был на принадлежащем мне корабле из Печоры в Кронштадт груз лиственничного леса, которого еще никогда туда и вообще в Балтийское море не привозили; это был первый корабль, который пришел с Печоры в Финские воды; а в 1869 году привезено было лиственничного лесу на пароходе и двух кораблях» (с. X). На с. XY М.К. Сидоров сообщает:

Кашин В.И., Козобродов А.С. Лиственничные леса Европейского Севера России. - Архангельск: Изд-во Архангельского филиала Русского географического общества РАН, 1994. - 224 с.

«Берега его (Печорского моря – *О. Н.*) изобилуют и железом, и медью, и свинцом, и каменным углем, и дорогим Печорским лиственничным лесом, признанным и русскими и иностранными адмиралтействами за лес самого высокого качества».

Древесина лиственницы по своим техническим качествам несколько не уступает древесине тикового дерева (*Tectona grandis*). В связи с этим М.К. Сидоров заметил, что «... Печорский лиственничный лес втрое дешевле иностранного тика» (с. 420). И еще: «Лиственница главнейше употребляется для постройки и темберовки судов, для подводных построек (потому что она не гниет), для палубных досок и шпал (для подкладок) под рельсы. Англия первая употребила Печорский лес при постройке в 1862 г. в Вульвиче броненосного корабля «Каледония»... В нашем же кораблестроении лиственница известна более 100 лет и отличные достоинства этой породы леса не требуют лучшего свидетельства, как тот знаменательный факт, что при разборке в 1857 г. корабля «Россия», прослужившего около 17 лет, находившаяся в нем лиственница оказалась совершенно здоровою, тогда как дубовые части его оказались совершенно сгнившими. Лес этот до того высоко ценился для флота, что вывоз его за границу воспрещался законом» (с. 520–522).

Эти свидетельства 130-летней давности мы привели в дополнение к изложенным в рецензируемой книге сведениям, чтобы нагляднее показать исключительное значение лиственницы в эпоху деревянного судостроения и, как следствие, большой интерес отечественных и иностранных лесопромышленников к лесам Европейского Севера России, еще более усилившийся с развитием лесопиления и бумагоделательной промышленности. С 60-х гг. XIX в. древесина лиственницы в больших количествах экспортируется в Англию, Голландию, Францию, Швецию и другие страны. Все это вызвало ажиотаж среди русских и иностранных лесопромышленников, приведший к хищническому истреблению лиственничных лесов Севера.

Говоря о народнохозяйственном значении лиственницы, авторы обращают внимание читателя на то, что из 1 м³ лиственничного сырья при его комплексном использовании можно получить продукции в два раза больше, чем из сосны. Лесоматериалы круглые для переработки и поставки на экспорт, пиломатериалы и полуфабрикаты, корорный лес и мебель, музыкальные инструменты и прессованная древесина для изготовления подшипников скольжения, превосходный паркет и «венцианский терпентин», эфирные масла и лекарственные препараты из лиственничной губки – вот далеко не полный перечень продукции из лиственницы. Лиственница – прекрасная декоративная порода. И обо всем этом В.И. Кашин и А.С. Козобродов хорошо написали в первой главе.

Во второй главе рассмотрены биолого-экологические свойства лиственницы, помещен оригинальный рисунок генеративных органов лиственницы сибирской, подробно охарактеризованы природные условия обитания лиственницы, приведена схематическая карта с уточненной авторами северной границей ареала лиственницы на Европейском Севере России. Особое внимание авторы обращают на вы-

сокую продуктивность лиственничных насаждений, достигающих к 60-летнему возрасту таксационных показателей Ia-Iв классов бонитета и формирующих к этому возрасту запас древесины до 650 м³/га. Высокая продуктивность лиственничных древостоев, не затронутых выборочными рубками, произрастающих на супесчаных и суглинистых почвах, подстилаемых карбонатными породами, – обычное природное явление, связанное с биологическими особенностями лиственницы. Она существенно повышает продуктивность смешанных насаждений, даже при незначительной примеси к сосне и ели. Это явление мы наблюдали при лесоустройстве Плесецкого (1953 г.), Березниковского (1954 г.), Лешуконского (1958-1959 гг.) лесхозов Архангельской области. К сожалению, от былой высокой продуктивности спелых лиственничников и смешанных насаждений с участием лиственницы мало что осталось, и их можно редко наблюдать лишь в Емцовском учебно-опытном лесхозе, Пинежском государственном заповеднике и удаленных от лесотранспортных путей лесах Архангельского, Онежского, Пинежского, Карпогорского, Сурского, Лешуконского лесхозов Архангельской области и в Республике Коми.

Приятно, что авторы, хотя и в нескольких строках (с. 32–33), не обошли малоизученный вопрос микотрофии лиственницы. Используя труды замечательных исследователей-микологов Ю.В. Адо и В.И. Шубина, они перечислили грибы-микоризообразователи у лиственницы, произрастающей в Емцовском (у авторов Шелековском) учебно-опытном лесхозе АЛТИ, в Карелии, Ленинградской и Мурманской областях. Но, видимо, случайно в перечисленный видовой состав грибов-микоризообразователей у лиственницы не вошли два: сыроежка пищевая (*Russula vesca* Fr.) и млечник нейтральный (*Lactarius quietus*). Они установлены нами у лиственницы в Пинежском лесхозе, с чем Ю.В. Адо подробно написала в работе «Микоризообразователи древесных пород» (1954), которую авторы и использовали.

Лиственничные леса Архангельской области описаны в третьей главе. Замечательно, что эта работа проведена по лесорастительным районам, которых на территории области в пределах четырех подзон (притундровая, северная, средняя и южная тайга) выделено двадцать две. Наглядную картину распределения насаждений с лиственницей по лесорастительным районам дает схематическая карта (с. 36). Авторы выделяют пять групп типов лиственничных лесов: лишайниковая, зеленомошная, травяная, долгомошная и сфагновая. В пределах этих групп описано с теми или иными подробностями 43 типа леса по трем подзонам тайги и 16 типов по притундровой подзоне. Такое обилие выделенных типов леса может быть оправдано в научном отношении и то при условии разработки строго научной классификации с наглядным отображением классификационной схемы. Но авторы, к сожалению, этого не сделали. Практически невозможно разобраться в предлагаемом обилии типов, тем более что границы части из них нечеткие или вообще отсутствуют. Возьмем к примеру выделенные типы лиственничных лесов: бруснично-зеленомошно-травяной, зеленомошно-бруснично-травяной и травяно-бруснично-зеленомошный; травяно-зеленомошный и травянисто-зеленомошный; чернично-разнотравный и травяно-черничный; зеленомошно-брусничный и бруснично-

зеленомошный; травяно-брусничный и бруснично-травяной. Заметим, что для северного лесоустройства лесная типология имеет особую значимость. Она является одним из средств дальнейшего совершенствования организации лесного хозяйства Европейского Севера, поэтому пожелаем В.И. Кашину и А.С. Козобродову на базе собранного ими добротного материала создать для лесоустроителей простую, наглядную и удобную для практического применения схему типов лиственных лесов. С неослабевающим интересом читается и заключительный раздел третьей главы «Влияние пожаров на лиственницу».

Центральное место по расположению и объему (30 %) занимает четвертая глава «Рубки и возобновление лиственницы». Она написана с привлечением большого количества научной литературы при тщательном анализе заимствованного и своего научного материала. Рассматривая приисковые и подневольно-выборочные рубки, авторы привлекают обширный исторический материал и приводят интересные данные о динамике лиственных лесов с 1906 г. по 1991 г., свидетельствующие о катастрофическом уменьшении площадей и запасов лиственничников и насаждений с участием лиственницы. Особенно трагично положение с высокопродуктивными насаждениями. А на с. 139 авторы отмечают: «На Европейском Севере чистые лиственные молодняки встречаются редко и на небольших площадях, в основном на гарях, старых пашнях, в местах огневой очистки лесосек и на минерализованных участках».

Всесторонне проанализированы лесовосстановительные процессы, идущие под пологом леса, на вырубках, гарях, заброшенных пашнях, минерализованных обнажениях гипсов и известняков. Тяжелая лесозаготовительная техника неизбежно приводит к массовому уничтожению подроста, в связи с чем авторы считают, что надо усилить роль последующего возобновления и искусственного разведения лиственницы. Первостепенное значение они придают оставлению групповых обсеменителей лиственницы, широкому применению огневой очистки вырубок от порубочных остатков и проведению управляемых палов. Отмечая положительную роль низовых лесных пожаров, В.И. Кашин и А.С. Козобродов рекомендуют в качестве мер содействия восстановлению лиственницы под пологом спелых и перестойных насаждений и на гарях проводить выжигание напочвенного покрова. По нашему мнению, эти рекомендации должны быть безоговорочно приняты практикой северного лесного хозяйства: иначе оно как было, так и останется несостоятельным в решении проблемы восстановления высокопродуктивных сосняков и лиственничников. Замечательно, что авторы, хотя и коротко, затронули важнейшие вопросы о взаимоотношениях лиственницы с сосной, елью и березой, о влиянии заморозков, повреждений молодой лиственницы насекомыми и поражении грибными болезнями.

Пятая глава книги посвящена семеношению лиственницы и вопросам организации лесосеменных хозяйств. Осветив историю заготовки семян лиственницы в Архангельской губернии и приведя уникальные цифры заготовки лиственничных семян за период 1947–1990 гг., авторы на основе большого экспериментального материала и данных других исследователей подробно анализируют плодоношение

лиственницы в различных условиях, оценивают урожай семян в количественном и качественном отношении, говорят о районировании заготовок семян. Изучив результаты создания географических культур, они приходят к выводу о целесообразности использования местных семян, обладающих лучшими наследственными свойствами и наиболее приспособленными к условиям среды обитания. Главной задачей авторы считают создание прочной постоянной семенной базы и дают научно обоснованные рекомендации.

Много интересного и полезного читатель найдет и в последней шестой главе, в которой авторы в историческом разрезе рассматривают проблемы искусственного разведения лиственницы, обобщают накопленный северным лесным хозяйством и наукой опыт и дают необходимые советы.

В послесловии авторы пишут: «В современный период лиственница на Европейском Севере России стала не только редкой, но почти реликтовой породой». Сделав обзор всех мер по охране лиственницы со времен Петра I, авторы наметили пути сохранения лиственничных лесов на Европейском Севере России.

Несомненным достоинством книги является резюме на русском и английском языках, а плодотворное сотрудничество авторов с Архангельским филиалом Русского географического общества РАН, Архангельским институтом леса и лесохимии, Архангельским государственным техническим университетом, Шведским университетом сельскохозяйственных наук, Управлением лесами Архангельской области и Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов Архангельской области делает им честь и достойно всяческой похвалы. Огорчает лишь низкое качество печати тоновых рисунков и ошибки (опечатки) в тексте.

В заключение отметим, что исследования В.И. Кашина и А.С. Козобродова являются значительным вкладом в науку о лесах Европейского Севера. Их книгу с интересом прочтут все, кому дороги судьбы северного леса. Приходится сожалеть, что она издана малым тиражом (1000 экз.) и смогла увидеть свет лишь в конце 1995 г., хотя датирована 1994 г.

УДК 630*2 (075) (049.3)

А.Р. РОДИН

Московский государственный университет леса

ЦЕННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Вышла в свет книга А.С. Тихонова и Н.М. Набатова «Лесоведение» (М.: Экология, 1995. - 320 с.). Она рекомендована Госкомитетом РФ по высшему образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Лесное дело», специальности «Лесное и садово-парковое хозяйство» (ныне «Лесное и лесопарковое хозяйство»).

Авторы работы – ученики акад. И.С. Мелехова – развили биогеоценотический подход к познанию сложной открытой лесной экосистемы, последовательно рассмотрев вопросы морфологии и экологии леса, классификации лесов и их динамики. Объединение всех классификаций лесов от лесорастительных подзон России до типов леса позволяет студентам более углубленно изучать лесовозобновление, ценоотические отношения между древесными породами, развитие насаждений и смену пород, так как все эти явления зависят от лесорастительных условий. У студентов создаются представления об организации хозяйства на зонально-типологической основе. В последнем разделе о смене состава древостоев излагается основная ее причина – рубки леса, что открывает переход от лесоведения к самостоятельной учебной дисциплине – лесоводству.

Поэтому уже во «Введении» даны понятия об основных видах рубок. При характеристике трех групп лесов раскрываются средообразующие, оздоровительные, водоохранные и защитные функции, которые выступают как виды пользования лесом и рассматриваются в «Лесоводстве».

В разделе «Морфология леса» впервые лес рассматривается как биологическая саморегулирующаяся система, описывается точечный метод определения сомкнутости древостоя, предлагается молодое поколение древесных пород, большинство деревьев которого затенено, относить ко второму ярусу, что говорит о необходимости рубок ухода и их эффективности. Приводится распределение биомассы по фракциям древостоя и зооценоза.

Раздел «Экология леса», кроме традиционных вопросов, включает биологический круговорот веществ, лес на многолетней мерзлоте, явления потери плодородия почв, типы взаимоотношений в лесном биогеоценозе. Полнее объясняется влияние леса на состав атмосферы: «Только молодой лес, накапливая запас, подстилку, объем кроны и корней, выделяет в процессе роста кислород. Но затем и эта фитомас-

са при минерализации (лесные пожары, разложение подстилки, стволов, гниение древесины в разрушающихся деревянных конструкциях, сжигание дров и т. п.) потребляет почти весь выделенный ранее кислород на окисление углерода с образованием углекислого газа» (с. 65).

В разделе «Классификация лесов» отражено влияние климата на распространение лесов и их производительность. Показано разнообразие лесов на земном шаре, описаны лесорастительные подзоны России, лесорастительное и лесохозяйственное районирование. На примере лесотипологических концепций Г.Ф. Морозова студенты могут познать развитие науки, преемственность его разработок В.Н. Сукачевым. Ссылаясь на замечания проф. П.А. Положенцева, что усыхание дубрав в лесостепи происходит из-за разрушения отдельных компонентов в прошлом устойчивых биогеоценозов, авторы составили схему основных типов дубовых биогеоценозов и призывают наравне с эдафической сеткой П.С. Погребняка использовать в лесохозяйственной практике хозяйственные группы типов леса.

Раздел «Динамика леса» последовательно раскрывает методы, виды лесовозобновления и размножения древесных пород. В отдельном параграфе излагаются факторы семенного возобновления. В подразделе «Рост и развитие насаждений» показаны закономерности дифференциации деревьев в лесу и естественного изреживания, роста стволов и корней в течение календарного года и жизни одного поколения деревьев. Выделение А.С. Тихоновым (1983) стадии предварительного возобновления дало возможность описать все стадии развития одновозрастного насаждения, изменение его устойчивости и профилактические меры. Особо следует отметить ценотические отношения в различных типах леса древесных пород – основу для разработки типов смещения лесных культур и рубок ухода. Также впервые смена ели березой и осинкой дифференцирована, что исключает неверную оценку этого процесса.

Учебное пособие разработано по результатам современных исследований многих ученых, однако их работы в списке литературы отражены лишь частично. Недостаточно учтена роль антропогенного фактора. В книге имеется много опечаток.

К сожалению, мал тираж пособия; к тому же половина его закуплена Федеральной службой лесного хозяйства для техникумов и колледжей.

Необходимо переиздать «Лесоведение» как учебник с дополнениями в соответствии с новой типовой программой, утвержденной УМО по образованию и опубликованной в 1996 г.

УДК 630*232 (049.3)

Н.А. БАБИЧ

Архангельский государственный технический университет

ИНТЕРЕСНАЯ КНИГА

На Украине 3467 тыс. га (35 %) покрытой лесом площади занимают культуры сосны обыкновенной. Искусственным лесам этой породы и посвящена книга М.И. Гордиенко, И.В. Шабля и В.П. Шлапака «Сосна обыкновенная: ее особенности, создание культур, производительность», выпущенная в 1996 г. Киевским издательством «Либідь». В ней рассмотрены особенности создания культур сосны обыкновенной в Полесье и Лесостепи Украины. Описаны биологические и экологические свойства сосны, режим питания, строение корневой системы, влияние метеоусловий на качество семян, обсуждены способы подготовки площади, предложены схемы смешения пород, технология выращивания биологически устойчивых и высокопродуктивных искусственных древостоев.

Глава 1 «Биологические и экологические особенности сосны обыкновенной» посвящена вопросам влияния происхождения семян на продуктивность насаждений, количества осадков на качество семян, сосновых насаждений на почву, строение корневой системы сосны в культурах, а также процессы естественного возобновления сосны.

В главе 2 «Научные основы создания культур сосны» дан анализ приемов повышения плодородия почвы, способов обработки почвы, показаны особенности создания культур на свежих вырубках, роль первоначальной густоты и схем смешения на формирование запаса древесины.

В главе 3 «Создание сплошных культур» основное внимание уделено выбору культивируемых пород для условий боров, суборей, судубрав и старопашотных земель.

Глава 4 «Уход за почвой» посвящена влиянию ухода за почвой в культурах на состояние культивируемых растений, а также экономическому эффекту ввода рядов уплотнителей в культуры сосны обыкновенной.

В заключительной главе 5 «Формирование сосново-дубовых насаждений в свежих судубравах» рассмотрены показатели, взятые за основу разработки целевой программы, а также основные лесокультурные и лесоводственно-таксационные нормативы формирования оптимальных сосново-дубовых насаждений.

Рецензируемая книга, написанная хорошим литературным языком, несомненно, будет ценным дополнительным пособием по курсу «Лесные культуры», особенно для студентов-дипломников. В ней приведены обширный список литературы (176 источников) и большой исходный первичный материал (96 табл. и 36 рис.). Много полезной информации найдут в монографии специалисты лесного хозяйства не только Украины, но и соседних государств.

ЮБИЛЕИ

УДК 06.091

ЮБИЛЕЙ Е. Д. ГЕЛЬФАНДА



7 июля 1996 г. исполнилось 60 лет со дня рождения профессора кафедры химии древесины, целлюлозы и гидролизных производств Архангельского государственного технического университета, заслуженного изобретателя РФ Ефима Дмитриевича Гельфанда.

Окончив в 1959 г. химико-технологический факультет Архангельского лесотехнического института, Е.Д. Гельфанд поступил в аспирантуру. После завершения аспирантуры Ефим Дмитриевич начал свою трудовую деятельность старшим инженером Проблемной лаборатории химической переработки древесины и использовании отходов целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности, в 1967 г. перешел на преподавательскую работу сначала в должности доцента, а затем профессора кафедры химии древесины, целлюлозы и гидролизных производств.

Еще в студенческие годы Е.Д. Гельфанд проявил интерес к вопросам квалифицированного использования лигнина, который сохранился во время учебы в аспирантуре и работы на кафедре.

Область научной деятельности: химия древесины и ее компонентов; гидролиз и делигнификация древесины; производство спирта, кормовых дрожжей, фурфурола, кормовой осахаренной древесины; переработка лигнина в удобрения, компосты, биологически активные средства для сельского и лесного хозяйства, сорбенты; переработка сульфитных щелоков; промышленная экология; очистка производственных сточных вод и переработка осадков сточных вод.

Им опубликовано около 300 научных работ, в том числе методические разработки и конспекты лекций по дисциплине “Технология гидролизных производств”, учебные пособия и учебник для вузов; получено более 130 патентов и авторских свидетельств на изобретения. Характерная особенность научной деятельности Е.Д. Гельфанда – активное вовлечение в нее студентов: более 30 из них являются соавторами его изобретений.

Длительное время Ефим Дмитриевич был научным редактором журнала “Химия древесины”, в настоящее время он – член редколлегии “Лесного журнала” и заместитель декана химико-технологического факультета по научной работе.

Е.Д. Гельфанд пользуется заслуженным авторитетом как крупный специалист гидролизной промышленности, имеет широкую известность в России, в ближнем и дальнем зарубежье. Круг его научных интересов связан с решением экологических проблем гидролизной промышленности и Европейского Севера России. Он постоянно участвовал в совещаниях главных инженеров гидролизной отрасли, активно сотрудничал со многими гидролизными заводами и целлюлозно-бумажными предприятиями. Многие из его научных разработок с большим экономическим эффектом внедрены в производство.

Научные исследования Е.Д. Гельфанда отмечены медалями и дипломами ВДНХ СССР, почетными грамотами Минмедбиопрома СССР, Архангельского областного Совета ВОИР. Он неоднократно поощрялся грамотами и ценными подарками за изобретательскую деятельность и методические разработки.

Широкая эрудиция, организованность, требовательность к себе и другим, желание и умение передать свой богатый опыт ученого и изобретателя студентам и молодым коллегам снискали Е.Д. Гельфанду глубокое уважение всех преподавателей, сотрудников, студентов.

Выражая самые добрые и искренние чувства Ефиму Дмитриевичу, желаем ему крепкого здоровья, благополучия, новых творческих успехов в многогранной педагогической, научной и общественной деятельности.

**Ректорат Архангельского
государственного технического университета,
редколлегия и редакция « Лесного журнала»**

УДК 06.091

ПРОФЕССОРУ В.И. КОМАРОВУ – 50 ЛЕТ

Валерий Иванович Комаров родился 16 сентября 1946 г. в Воронежской области. После окончания в 1964 г. с отличием Вилякской средней школы (Латвия) он поступил на химико-технологический факультет Ленинградской лесотехнической академии, которую окончил в 1969 г. и был оставлен в аспирантуре при кафедре технологии целлюлозно-бумажного производства. В 1972 г. после защиты кандидатской диссертации В.И. Комаров был направлен на работу в Архангельский лесотехнический институт, где прошел путь от ассистента до профессора, заведующего кафедрой.

Коллеги и ученики В.И. Комарова отмечают его блестящее педагогическое мастерство, широкий научный кругозор, глубокие и разносторонние знания, демократичность и доброжелательность. Он уделяет большое внимание методической работе. Им опубликовано 5 учебных пособий и более 20 методических указаний, которые используются в учебном процессе. Некоторые из работ не имеют аналогов.

Научная деятельность В.И. Комарова началась еще в период учебы в ЛТА с изучения физико-механических свойств бумаги под руководством ведущих специалистов бумажного производства профессоров С.Н. Иванова и Д.М. Фляте. С тех пор научные интересы В.И. Комарова связаны с исследованием природы деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов, изучением влияния качества сырья, стабильности технологических параметров и факторов на характеристики деформативности и прочности технической целлю-

лозы, картона и бумаги для печати. Им разработана методика комплексной оценки физико-механических свойств целлюлозно-бумажных материалов при помощи обработки экспериментальных данных по специальным программам для ПЭВМ, исследуется возможность прогнозирования их свойств.

Результатом многолетней и разносторонней научной деятельности В.И. Комарова являются более 100 публикаций. На кафедре целлюлозно-бумажного производства под руководством В.И. Комарова формируется научная школа исследований механических свойств целлюлозно-бумажных материалов.

В.И. Комаров серьезное внимание уделяет развитию материальной базы кафедры и методическому обеспечению учебного процесса, сотрудничеству с преподавателями и учеными других вузов, НИИ, со специалистами отрасли.

Валерий Иванович – член редколлегии и научно-методического совета по специальности 26.03 “Технология химической переработки древесины” учебно-методического объединения Госкомвуза РФ.

Приветствуя Валерия Ивановича Комарова по случаю юбилея, желаем ему крепкого здоровья, творческих успехов и благодарных учеников.

Ректорат Архангельского
государственного технического университета,
редколлегия и редакция «Лесного журнала»

05
14-332

ISSN 0536 - 1036

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

3

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

1996