

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Материалы, посвященные 65-летию
Уральской государственной лесотехнической академии
The Materials Dedicated
to the 65 th Anniversary of the Urals State Forestry & Engineering Academy

Издается с февраля 1958г.

Выходит 6 раз в год

4 – 5

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. Веретенников**, 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. Ощепков**, чл.-кор. **А.В. Пигухин**, чл.-кор. **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» № 4 – 5

Редакторы **Н.П. Бойкова**, **Л.С. Окулова.**

Перевод **Л.А. Корельской.**

Компьютерный набор **О.В. Деревцовой**, верстка **Е.Б. Красновой.**

Сдан в набор 02.09.96. Подписан в печать 15.11.96.
Форм. бум. 70x108 1/16. Бумага писчая. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 19,872.
Усл. кр.-отг. 19,872. Уч.-изд. л. 24,11. Тираж 1000 экз.
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

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1996

СОДЕРЖАНИЕ

В.Н. Старжинский, Г.К. Уткин, В.А. Щавровский Уральской государственной лесотехнической академии – 65 лет _____ 7

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- В.А. Усольцев, А.В. Усольцев.* Оценка предельных показателей продуктивности березовых древостоев по исходным данным составляющих их биогрупп _____ 12
- В.А. Усольцев, А.А. Сальников, В.В. Кириллова.* Региональные и видовые особенности зависимости массы древесной зелени березы и осины от диаметра, высоты и возраста дерева _____ 22
- В.А. Усольцев, З.Я. Нагимов, В.В. Демнев.* Закономерности распределения ветвей первого порядка по весовым и дендрометрическим признакам _____ 31
- А.С. Чиндяев, И.А. Иматова.* Формирование лесов из подроста сосны на осушенных болотах _____ 36
- А.С. Чиндяев, М.А. Матвеева.* Главные рубки в болотных древостоях Среднего Урала _____ 40
- В.М. Соловьев.* Эколого-биологические основы изучения и формирования древостоев _____ 46
- С.В. Залесов, Е.П. Платонов, К.И. Лопатин, Г.А. Годовалов.* Естественное лесовосстановление на вырубках Тюменского Севера _____ 51
- С.А. Шавнин, В.А. Калинин, В.А. Свешиников, Е.И. Бойкова.* Оценка состояния сосновых молодняков в зоне атмосферных загрязнений Ревдинско-Первоуральского промышленного узла _____ 58

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Р.Н. Ковалев, С.В. Гуров.* Оптимизация стадийного развития параметров дорожных конструкций транспортной сети лесных предприятий _____ 68
- А.Н. Куфтин, В.А. Калентьев.* Обоснование размеров блоков сборных покрытий _____ 74
- А.П. Панычев.* Некоторые варианты машинной заготовки леса _____ 79
- А.П. Панычев.* Теоретическое исследование энергоемкости процесса крупнопакетной заготовки деревьев _____ 85
- Э.Ф. Герц.* Использование имитационных моделей полноповоротных лесозаготовительных машин при решении технологических задач _____ 87
- Б.К. Абрамов, Н.Е. Костомаров, Л.Г. Калентьева.* Опыт геодезического контроля за положением подкрановых путей _____ 91

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- А.П. Берснев.* Научно-исследовательская работа кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины _____ 98
- Д.А. Беленков, Ю.А. Серов, В.Г. Новоселов.* Высокопроизводительная вакуумно-компрессионная пропиточная установка _____ 104
- Д.А. Беленков, В.Н. Созонова, С.А. Горбунова.* Хромомедномышьяковые антисептики и перспективы их применения в народном хозяйстве _____ 108
- В.В. Сергеев, Ю.И. Тракало, В.В. Насобин.* Аэродинамика лесосушильных камер с криволинейными воздуховодами _____ 112
- В.В. Сергеев, С.В. Гагарина, Е.Е. Швамм, С.Н. Щуркова, Л.С. Глухих, Ю.И. Ветошкин.* Строганный шпон нетрадиционных пород – облицовочный материал для мебели _____ 117
- В.Д. Денисламов.* Применение преобразования Фурье для вычисления декремента колебаний динамических систем по импульсным характеристикам _____ 119
- Г.Н. Левинская, Ю.Б. Левинский, А.В. Дружинин.* О возможностях замены древесины кедра в производстве карандашей _____ 121

<i>С.С. Тютиков.</i> Пластики из частично сгнившей древесины без добавления связующих _____	128
<i>Е.Е. Швамм, Л.Г. Швамм, Е.Д. Копнова.</i> Система измерения шероховатости поверхности древесины и древесных материалов _____	130
<i>Б.А. Потехин.</i> Новые высокодемпфирующие стали для оборудования и инструментов предприятий лесного комплекса _____	137

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Ю.Л. Юрьев.</i> Кафедра химической технологии древесины _____	140
<i>М.И. Ведерникова, Г.К. Уткин, В.Б. Ведерникова, М.И. Михеев.</i> Расчет процесса теплопередачи в дефлегматорах уксуснокислотного производства _____	142
<i>Т.Е. Савина, А.Я. Азеев, А.И. Партин, А.К. Жвирблите.</i> Анализ обезвоживающей способности сеточного стола бумагоделательной машины до и после модернизации _____	149
<i>В.В. Глухих, В.Г. Бурьиндин, Н.И. Коршунова, В.Б. Войт, В.М. Балакин.</i> Изменение функционального состава и свойств карбамидоформальдегидных смол при хранении _____	153

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Р.Н. Ковалев.</i> Планирование транспортных систем лесных предприятий с учетом потерь в лесном хозяйстве от бездорожья _____	160
---	-----

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

<i>В.А. Калентьев.</i> Использование компьютерной техники в процессе обучения теоретической механике студентов лесоинженерных специальностей _____	166
<i>В.В. Чамеев, В.В. Обвинцев.</i> Комплекс-программа ZЕСН для решения задач анализа и синтеза в лесобрабатывающих цехах _____	168
<i>В.А. Шамаев, В.С. Петровский, Н.И. Винник, А.Е. Чаадаев.</i> Математическое моделирование процесса модифицирования древесины и его оптимизация. _____	176

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

<i>С.А. Пашкин, Б.А. Кошелев.</i> Определение размеров водоотводных канав в зависимости от скорости течения _____	184
<i>Э.Э. Блюм.</i> Разработка технологии изготовления сит питателей высокого давления методом литья _____	186
<i>В.Г. Резников.</i> Современные методы изготовления и контроля качества деталей и изделий в целлюлозно-бумажной промышленности _____	189

ИСТОРИЯ НАУКИ

<i>А.Ф. Кузнецов.</i> Леса Урала: 300 лет на службе Отечеству _____	193
<i>Р.С. Зубарева, С.В. Залесов, Н.А. Луганский.</i> Нил Алексеевич Коновалов (к 100-летию со дня рождения) _____	198
<i>Б.В. Бабиков, В.П. Косарев.</i> Харитон Алексеевич Писарьков (к 100-летию со дня рождения) _____	203
<i>А.С. Лисеев.</i> Памяти академика И.С. Мелехова _____	205

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

<i>В.В. Хлебова, С.И. Ованесова.</i> «Лесной журнал» в центре Сибири _____	207
--	-----

CONTENTS

<i>V.N. Starzhinsky, G.K. Utkin, V.A. Shchavrovsky.</i> The 65 th Anniversary of the Urals State Forestry & Engineering Academy	7
---	---

FORESTRY

<i>V.A. Usol'tsev, A.V. Usol'tsev.</i> Estimation of Utmost Biomass Indices in Birch Stands Using Base Data of their Tree Biogroups	12
<i>V.A. Usol'tsev, A.A. Sal'nikov, V.V. Kirillova.</i> Regional and Species Characteristic Features of Birch and Aspen Verdure Dependence on Diameter, Height and Age	22
<i>V.A. Usol'tsev, Z. Ya. Nagimov, V.V. Demenev.</i> Regularities of Side Branches' Distribution by Weight and Dendrometry Characteristics	31
<i>A.S. Chindyaev, I.A. Imatova.</i> Young Pine Forests' Formation on Drained Bogs...	36
<i>A.S. Chindyaev, M.A. Matveeva.</i> Main Felling in Boggy Stands of the Middle Urals	40
<i>V.M. Solov'ev.</i> Ecologo-Biological Fundamentals of Studying and Forming Tree Stands	46
<i>S.V. Zalesov, E.P. Platonov, K.I. Lopatin, G.A. Godovalov.</i> Natural Reforestation in Felling Areas of Tyumen North	51
<i>S.A. Shavnin, V. A. Kalinin, V. A. Sveshnikov, E. I. Boikova.</i> Estimation of Pine Young Forests' Condition in the Zone of Atmospheric Pollutions from Revdinskii-Pervouralskii Industrial Centre	58

WOODEXPLOITATION

<i>R.N. Kovalyov, S.V. Gurov.</i> Optimization of Stage Development of Road Structures' Parameters of Transport System of Timber Enterprises	68
<i>A.N. Kuftin, V.A. Kalent'ev.</i> Substantiation of Prefab Pavement Blocks' Dimensions.	74
<i>A.P. Panychev.</i> Some Variants of Mechanical Logging	79
<i>A.P. Panychev.</i> Theoretical Investigation into Power Consumption Process of Large-Bundle Harvesting of Trees	85
<i>E.F. Herts.</i> Simulation of Full-Turn Logging Machines when Solving Technological Problems	88
<i>B.K. Abramov, N.E. Kostomarov, L.G. Kalent'eva.</i> Experience of Geodetic Control over Reach of Crane Tracks' Position	91

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE

<i>A.P. Bersenev.</i> Scientific & Research Work of Department of Woodscience and Special Treatment of Wood	98
<i>D.A. Belenkov, Yu.A. Serov, V.G. Novoselov.</i> Vacuum - Compression Impregnating Plant of High Capacity	104
<i>D.A. Belenkov, V. N. Sozonova, S. A. Gorbunova.</i> Chrome - Cupric - Arsenic Preservatives and Outlook for their Application in National Economy	108
<i>V.V. Sergeev, Yu.I. Trakalo, V.V. Nasobin.</i> Aerodynamics of Timber-Drying Kilns with Curvilinear Air Ducts	112
<i>V.V. Sergeev, S. V. Gagarina, E. E. Shvamm, S. N. Shchurkova, L. S. Glukhikh, Yu.I. Vetoshkin.</i> Planed Veneer of Unconventional Species - Furniture Facing Material	117
<i>V.D. Denislamov.</i> Application of the Furie Transform for the Calculation of Dynamic Systems' Decrement Oscillations to the Impulse Characteristics	119
<i>G.N. Levinskaya, Yu.B. Levinsky, A.V. Druzhinin.</i> On Possibilities of Substituting Cedar Wood in Pencil Manufacture	121
<i>S.S. Tyutikov.</i> Adhesive Free Partially Decayed Laminated Wood	128

<i>E.E. Shvamm, L. G. Shvamm, E. D. Kopnova.</i> System of Measuring Surface Irregularities of Wood and Wood Materials	130
<i>B.A. Potekhin.</i> New High Damping Steels for Equipment and Instrumentation of Forest Integrated Enterprises	137

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

<i>Yu.D. Yur'ev.</i> The Department of Chemical Technology of Wood	140
<i>M.I. Vedernikova, G. K. Utkin, V. V. Vedernikov, M. I. Mikheev.</i> Calculation of Heat Transfer Process in Fractionating Column of Acetic Acid Production	142
<i>T.E. Savina, A.Ya. Ageev, A.I. Partin, A.K. Zhvirblite.</i> Analysis of Wire Table's Dehydrating Capacity of Paper Machine before and after Modernization	149
<i>V.V. Glukhikh, V.G. Buryndin, N.I. Korshunova, V.B. Voit, V. M. Balakin.</i> Change of Functional Composition and Properties of Carbamideformaldehyde Resins when Being Stored	153

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>R.N. Kovalyov.</i> Planning of Transport Systems of Forest Enterprises Taking Account of Losses in Forestry Due to Impassable Roads	160
--	-----

COMPUTERIZATION OF TRAINING AND TECHNOLOGICAL PROCESSES

<i>V.A. Kalent'ev.</i> Hardware Application in the Process of Teaching Forest Engineering Students on Theoretical Mechanics	166
<i>V.V. Chameev, V.V. Obvintsev.</i> Complex-Program ZECH for Solving Problems of Analysis and Synthesis in Woodworking Shops	168
<i>V.A. Shamaev, V. S. Petrovsky, N. I. Vinnik, A. E. Chaadaev.</i> Mathematical Modelling of Wood Modification Process and Its Optimization	176

SUMMARIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>S.A. Pashkin, B. A. Koshelev.</i> Determination of Water Drainage Dimensions Depending upon Flow Rate	184
<i>E.E. Blyum.</i> Development of High Pressure Feeding Sieves' Casting Process Technique	186
<i>V.G. Reznikov.</i> Modern Methods of Manufacturing and Quality Control of Parts and Products in Pulp and Paper Industry (PPI)	189

HISTORY OF SCIENCE

<i>A.F. Kuznetsov.</i> Forests of the Urals: 300 years at the Service for Motherland	193
<i>R.S. Zubareva, S.V. Zalesov, N.A. Lugansky.</i> Nil A. Kononov (to the 100 th Anniversary of the Birth)	198
<i>B.V. Babikov, V.P. Kosarev.</i> Khariton A. Pisar'kov (to the 100 th Anniversary of the Birth)	203
<i>A.S. Liseev.</i> In Commemoration of Academician I.S. Melekhov	205

SCIENTIFIC CONFERENCES AND SESSIONS

<i>V.V. Khlebova, S.I. Ovanesova.</i> Lesnoi Zhurnal in the Centre of Siberia	207
---	-----

В. Н. СТАРЖИНСКИЙ, Г. К. УТКИН, В. А. ЩАВРОВСКИЙ

**УРАЛЬСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ
АКАДЕМИИ – 65 ЛЕТ**



Урал – сокровищница разнообразных природных богатств и в том числе леса. Общая лесная площадь достигает 42 млн. га при средней лесистости 42,7 %. Леса Урала интенсивно эксплуатируются около 250 лет и на основной части пройдены двумя-тремя оборотами рубок. Лесозаготовительная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная и лесохимическая отрасли занимают третье место в структуре продукции промышленности Урала.

В этом богатейшем таежном крае до XX в. специалистов лесного профиля не готовили вообще. Только накануне первой мировой войны было получено разрешение на учреждение первого высшего технического учебного заведения на Урале – горного института, в котором предусматривалось и лесное отделение. Горный институт был открыт в

Екатеринбурге лишь осенью 1917 г. На его лесном отделении числилось всего пять студентов.

В октябре 1920 г. Совнарком СССР издал декрет «Об учреждении в г. Екатеринбурге Уральского государственного университета». В его состав вошли 7 институтов, каждый из них состоял из факультетов. Одним из факультетов политехнического института стал инженерно-лесной, послуживший базой для формирования коллектива преподавателей, верных своему стремлению создать на Урале высшую школу по подготовке лесных специалистов.

Днем рождения Уральского лесотехнического института стало 5 мая 1930 г. За 65 лет работы вуз прошел сложный, но славный путь, преодолел много трудностей, значительно улучшил и продолжает совершенствовать учебный и научный процесс, воспитательную работу, непрерывно расширяет материально-техническую базу.

В 1978 г. за успехи в подготовке высококвалифицированных специалистов и развитие научных исследований институту присвоено имя Ленинского комсомола, а в 1980 г. он награжден орденом Трудового Красного Знамени. Приказом № 298 Государственного комитета Российской Федерации по высшему образованию от 28.10.93 г. Уральский лесотехнический институт преобразован в Уральскую государственную лесотехническую академию.

В разное время в институте работали видные ученые-педагоги профессора В.Н. Козлов, М.М. Корунов, Н.А. Коновалов, Л.И. Вигоров, С.И. Рахманов, В.Н. Петри и др. Здесь начинал свою научную деятельность ведущий кибернетик СССР акад. В.М. Глушков. В годы Великой Отечественной войны активно развивал научные исследования акад. В.Н. Сукачев.

В настоящее время на 8 факультетах и 37 кафедрах академии трудится 484 преподавателя, из них докторов наук, профессоров – 31, кандидатов наук, доцентов – 275. В их числе 4 лауреата Государственных премий, 11 заслуженных деятелей науки, техники и заслуженных работников отраслей народного хозяйства, 4 действительных члена иностранных академий наук. В 1995 г. на базе академии организовано Уральское региональное отделение наук о лесе Академии естественных наук Российской Федерации.

В академии обучается свыше 6 тыс. студентов, в том числе около 2 тыс. без отрыва от производства. Перечень специальностей в соответствии с требованиями времени постоянно обновляется. В настоящее время подготовка ведется по 13 специальностям и 20 специализациям, что позволяет обеспечить инженерными кадрами все направления деятельности предприятий лесного комплекса.

Достаточно эффективно работает аспирантура академии, где обучается свыше 50 аспирантов. В последнее время ежегодно аспиранты и преподаватели защищают 6-8 кандидатских и 3-4 докторских диссертации. Важную роль в повышении квалификации выполняют два диссертационных совета по защите докторских диссертаций по следующим специальностям:

биологические науки:

06.01.11 – защита растений от вредителей и болезней;

сельскохозяйственные науки:

06.03.01 – лесные культуры, селекция, семеноводство и озеленение городов;

06.03.03 – лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними;

технические науки:

05.21.03 – технология и оборудование химической переработки древесины;

11.00.11 – охрана окружающей среды и рациональное природопользование.

В течение всего периода деятельности вуза его профессорско-преподавательский состав активно выполняет научные исследования, важнейшими направлениями которых являются: повышение продуктивности и защитных свойств лесов; рациональное использование и охрана природных ресурсов; разработка новых энергосберегающих безотходных технологий; повышение надежности машин и оборудования лесного комплекса.

Госкомвуз России финансирует 6 научно-исследовательских тем по единому заказ-наряду, 7 тем в рамках Республиканских программ и 6 грантов. Коллективы шести кафедр и проблемная лаборатория академии работают над проектами, включенными в четыре научно-технические программы Министерства науки и технической политики РФ. В последние годы установились творческие связи с научными и учебными заведениями ряда зарубежных стран. Так, например, активно претворяется в жизнь договор о научном сотрудничестве, образовании и повышении квалификации со Швейцарским Федеральным исследовательским институтом леса, снега и ландшафта. На базе этого института 12 преподавателей академии прошли 3-4-месячную научную стажировку. Сегодня на объектах академии выполняются два совместных проекта по экологическим проблемам, финансируемых в основном швейцарской стороной.

Важным моментом в организации учебного процесса является обеспечение студентов учебной и методической литературой. Только за последний год редакционно-издательским отделом подготовлено более 250 наименований учебной литературы, 3 сборника научных трудов общим объемом свыше 500 печ. листов.

Усилия профессорско-преподавательского состава и руководства факультетов по организации нового приема в академию дают положительные результаты. Контингент студентов формируется на конкурсной основе. Этому способствует активная работа воскресных, вечерних, заочных и летних – долгосрочных и краткосрочных – курсов.

Активной формой профориентации является деятельность Малой лесной академии, которой в этом году исполнилось 20 лет. Несмотря на сложное время, позиции Малой лесной академии укрепляют-

ся, растет авторитет у учащихся школ и руководителей производства; ее слушателями являются учащиеся 22 областей России.

Кафедры и факультеты ведут поиск новых форм работы со студентами. Нынешний выпускник вуза должен иметь высокий общеобразовательный уровень, обладать способностью и навыками принимать самостоятельные решения. Поэтому большую роль играют знания в области экономики, правоведения, социологии и т. п. В связи с этим в академии разработана и реализуется целевая программа, направленная на усиление гуманитарной подготовки студентов.

В учебном процессе активно используются современные информационные технологии. Развитие компьютерной сети остается для нас, даже при остром дефиците финансов, по-прежнему приоритетным и первостепенным делом.

Хорошим стимулом для творческого развития студентов является участие в студенческих внутривузовских, областных, региональных и межрегиональных олимпиадах по дисциплинам и специальностям. По результатам олимпиад многие студенты входят в число победителей и призеров. В академии работают 8 студенческих научных объединений и 3 кружковые научные структуры, объединяющие усилия в решении организационных и научных задач студенчества. Ежегодно в научных трудах публикуется примерно по 100 студенческих работ, около 50 работ представляется на открытый конкурс Госкомвуза РФ на лучшую научную работу студентов по разделу «Лесная и деревообрабатывающая промышленность».

Неотъемлемой частью учебного процесса являются производственные и преддипломные практики, в организации которых появились свои трудности. Изменился характер практик. Если раньше они были групповыми, то сегодня – индивидуально-групповые. Выпускающие кафедры шире используют в качестве баз практик подразделения нашей академии (учебно-научно-производственное комплексное лесохозяйственное предприятие, экспериментальная мебельная фабрика, учебно-производственные мастерские), а также предприятия лесного комплекса, которые представлены в Попечительском совете.

Все это позволяет выполнять дипломные проекты и работы по актуальным проблемам с учетом специфики перехода к рыночной экономике. Как следствие, несмотря на ликвидацию планового государственного распределения молодых специалистов, около 95 % выпускников академии в последние годы вместе с дипломом о высшем образовании получают направление на работу.

Студенческий коллектив академии живет интересной жизнью. Не затихает музыка студенческих дискотек и концертов вузовской художественной самодеятельности во Дворце культуры академии. Спортсмены достойно отстаивают честь академии на самых разных состязаниях.

За 65 лет в Уральской лесотехнической академии сложился и вырос замечательный коллектив ученых, преподавателей, сотру-

Их традиции и опыт хранит и приумножает новое поколение сотрудников и студентов.

Академия располагает достаточно большим резервом для решения задач по подготовке инженерных кадров и осуществлению научно-исследовательской деятельности.

Опыт работы Уральской лесотехнической академии, сложившиеся традиции и наличие квалифицированного научно-педагогического коллектива позволят ей и в дальнейшем оставаться кузницей кадров лесного комплекса Уральского региона.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*52:630*174.754+630*176.321.3(574.21)

В.А. УСОЛЬЦЕВ, А.В. УСОЛЬЦЕВ

Усольцев Владимир Андреевич родился в 1940 г., окончил в 1963 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства Уральской государственной лесотехнической академии, заведующий лабораторией биологической продуктивности лесов Института леса УрО РАН. Имеет 140 печатных научных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности и структуры фитомассы лесов.



Усольцев Александр Владимирович родился в 1968 г., окончил в 1993 г. Уральскую государственную лесотехническую академию, аспирант кафедры лесоводства УЛЛТА.

**ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПРОДУКТИВНОСТИ БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ
ПО ИСХОДНЫМ ДАННЫМ СОСТАВЛЯЮЩИХ ИХ БИОГРУПП***

Установлены предельные показатели надземной фитомассы березовых древостоев семенного и порослевого происхождения при увеличении густоты в статике с использованием системы рекуррентных уравнений на уровне биогрупп и соотношения сомкнутости полога древостоя и биогрупп.

* Авторы признательны Г.Б.Кофману за помощь в подготовке статьи к публикации.

The utmost biomass indices corresponding to maximum density in statics of birch stands of sprouting and seed origin using a compatible system of biomass equations on tree biogroup and stand levels as well as biogroup and stand canopy density ratio have been stated.

При расчетах углеродного баланса показатели оценки ежегодно связываемого лесной растительностью углерода разнятся на порядок и более: на планетарном уровне от 1 [13] до 10 Гт [11], для лесов России и бывшего СССР – от 200 [3] до 400 [2] и даже свыше 4000 млн т [12]. При таком разбросе данных возможность прогнозирования экологической ситуации представляется сомнительной. Прежде всего, необходимо иметь достаточно надежные сведения о фитомассе лесов, разработанные на основе банка данных лесоустройства по выделам [10], а также сведения о предельной продуктивности древостоев на выделах.

Ранее нами были установлены траектории продуктивности березняков семенного и порослевого происхождения по возрастам и густоте на уровне биогрупп как микромоделей древостоев [6, 7]. Преимущество биогрупп состоит в том, что, во-первых, при полной сомкнутости полога их продуктивность, в отличие от древостоев, практически не зависит от горизонтальной структуры и, во-вторых, можно получить достаточно обширный экспериментальный материал при минимальных трудозатратах. К недостаткам использования биогрупп можно отнести субъективность их выделения в природе. Однако этот недостаток устраняется при учете соотношения K между сомкнутостью полога древостоя $C_{п.д}$ и составляющих его биогрупп $C_{п.б}$.

В наших предыдущих работах [6, 7, 9] с использованием коэффициента $K = C_{п.д} / C_{п.б}$ для каждого класса возраста березы были установлены густоты биогрупп и древостоев в целом, при которых запас на единице площади максимальный. За пределами этих густот запасы древостоев и составляющих их биогрупп снижаются. Мы предприняли попытку установить минимальный предел, к которому стремится надземная фитомасса древостоев данного возраста при увеличении густоты (в статике), но не достигает его вследствие естественного изреживания.

Экспериментальный материал получен в колочных березняках Тургайского прогиба (Казахстан, подзона степей) в типе леса березняк разнотравный на лугово-черноземных почвах в Боровском и Аракарагайском лесхозах Кустанайской области. В березняках 5 ... 50 лет заложены пробные площади: в порослевых – 21, в семенных – 13. Их принадлежность к естественным рядам развития установлена сопоставлением возрастных трендов объемного прироста деревьев высших рангов [4, 5]. В порослевых березняках среднее число порослевых гнезд 1670 ± 173 экз./ га, класс бонитета III. Полнота семенных близка к 1,0, класс бонитета I. Размер пробных площадей 0,01 ... 0,20 га с числом деревьев 130 ... 460. Пробные площади разбиты в природе на квадраты размером 1,5 x 1,5 м в возрасте древостоев 5 ... 10 лет и 3 x 3 м в более старших возрастах. Пронумерованы и нанесены на план все деревья; у каждого из них замерены высота, диаметр на высоте груди в двух на-

правлениях и радиусы кроны в четырех направлениях. Всего учтено 5300 деревьев в порослевых и 3050 – в семенных березняках и выделено соответственно 360 и 280 биогрупп.

Биогруппы выделяли на плане насаждений визуально, с учетом расстояний между деревьями и их сходства по таксационно-морфологическим признакам [8]. На рис. 1 представлены фрагменты закартированных пробных площадей.

Для расчета запасов древесины в биогруппах взято 100 модельных деревьев в порослевых и 80 – в семенных березняках, у которых определены объемы стволов в коре по 10 отрезкам (относительным высотам), замерены диаметры на высоте груди и высоты, рассчитаны уравнения для объема ствола как функции его высоты и диаметра [6, 7]. Затем с использованием полученных уравнений и замеров высот и диаметров стволов в каждой биогруппе рассчитаны на компьютере запасы стволовой древесины биогрупп.

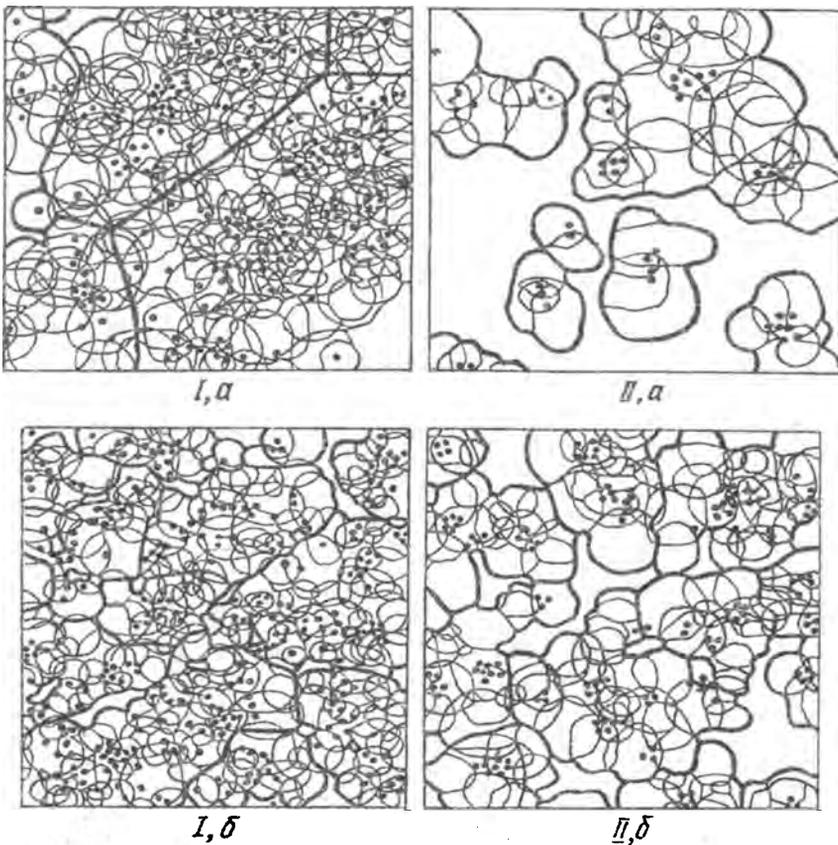


Рис.1 Результаты картирования и выделения биогрупп (жирная линия) в древостоях семенного (I) и порослевого (II) происхождения в возрасте 10 лет (a) и спустя 7 лет на тех же участках (б). Масштаб участков б мельче, чем a, масштаб участков I и II одинаков

Запас биогруппы на единице площади при заданном возрасте в предельном ценотическом состоянии, т. е. при максимально возможной густоте, определяется двумя основными массообразующими показателями – средними диаметром и высотой. Поэтому вначале необходимо рассчитать траектории изменения среднего диаметра, максимального для каждого класса возраста и в пределах одного возраста – для каждой градации густоты. Для получения исходных данных к расчету таких траекторий все экспериментальные данные средних диаметров биогрупп были распределены в двухходовые (по возрасту и густоте) матрицы, и из каждой ячейки матрицы отобраны максимальные значения среднего диаметра. Последние аппроксимированы зависимостью

$$D_{\max} = f(A, N), \quad (1)$$

где D_{\max} – максимальное значение среднего диаметра стволов биогруппы, см;

A – возраст, лет;

N – число стволов, приходящихся на единицу площади биогруппы, в данном случае на 1 условный гектар, тыс. экз./га.

Получены нелинейные модели:

для семенных березняков

$$\ln D_{\max} = 0,6194 A^{0,403} - 0,0304 A^{0,1225 \ln A} (\ln N)^2; R^2 = 0,988; \quad (2)$$

для порослевых

$$\ln D_{\max} = 0,8865 A^{0,320} - 1,0553 A^{0,5255 \ln A - 2,265} (\ln N)^2; R^2 = 0,962. \quad (3)$$

Положение предельных траекторий максимального диаметра D_{\max} и их огибающей относительно экспериментальных значений средних диаметров всех семенных биогрупп показано на рис. 2.

Средняя высота биогруппы изменяется в связи не только с возрастом и густотой, но и со средним диаметром стволов D . Поэтому для получения исходных данных к расчету траекторий изменения максимальных значений средних высот биогрупп все экспериментальные данные средних высот были распределены в трехходовые (по возрасту, густоте и среднему диаметру) матрицы, и из каждой ячейки матрицы отобраны максимальные значения средних высот. Последние аппроксимированы трехфакторной зависимостью

$$H_{\max} = f(A, N, D), \quad (4)$$

где H_{\max} – максимальное значение средних высот биогрупп, м;

D – средний диаметр стволов биогрупп, см.

Чтобы установить, достоверно ли различаются максимальные значения средних высот семенных и порослевых биогрупп при одних и тех же значениях возраста, густоты и среднего диаметра, в модель (4) включали бинарную фиктивную переменную [1]. Экспериментальные данные кодировались для семенных биогрупп значениями фиктивной

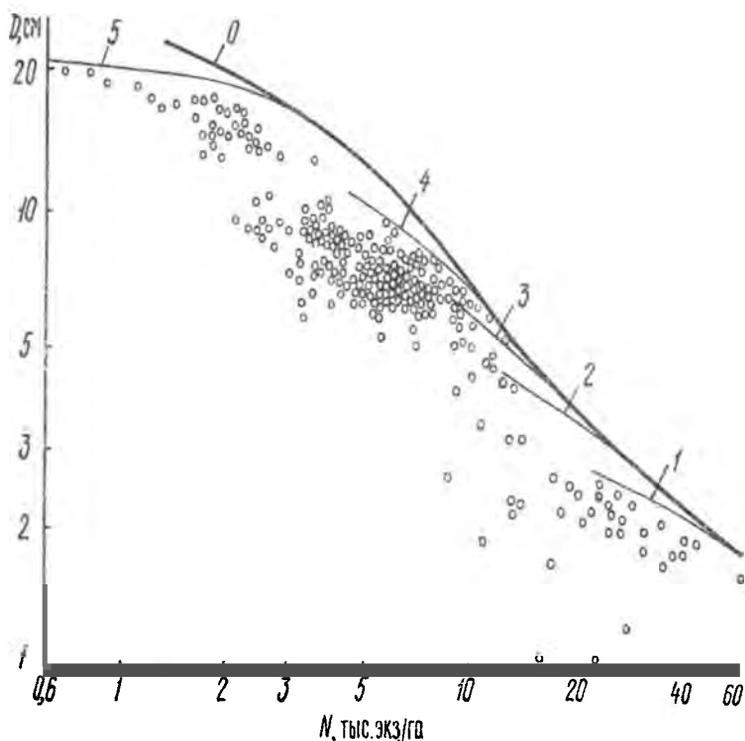


Рис.2. Кривые $D_{\max} = f(N)$ для семенных биогрупп в возрасте 10, 20, 30, 40 и 50 лет (линии соответственно 1, 2, 3, 4 и 5), полученные табулированием уравнения (2) по задаваемым значениям плотности биогрупп; O – огибающая

переменной $X = 0$, а для порослевых $X = 1$. Получена регрессионная модель

$$H_{\max} = -2,5567 + 2,4113 X - 1,4220 X \ln A + 1,9487 \ln A \ln D + 2,8754 \ln N - 0,3870 (\ln N)^2 - 0,6763 \ln D \ln N; R^2 = 0,974. \quad (5)$$

Все константы уравнения (5) значимы на уровне t_{05} . Это означает, что максимальные значения средних высот определяются не только возрастом, плотностью и средним диаметром биогруппы, но и происхождением древостоя. На начальном этапе роста, когда порослевые биогруппы используют материнскую корневую систему, их значения H_{\max} выше, чем у семенных, а с возрастом соотношение H_{\max} меняется на обратное. Предельные траектории изменения H_{\max} по возрасту и плотности биогрупп рассчитаны для семенных биогрупп подстановкой уравнения (2) в уравнение (5) при $X = 0$ (рис. 3), а для порослевых – уравнения (3) в уравнение (5) при $X = 1$.

Запас стволовой древесины биогрупп определяется четырьмя показателями – возрастом, плотностью, средним диаметром и средней высотой биогрупп:

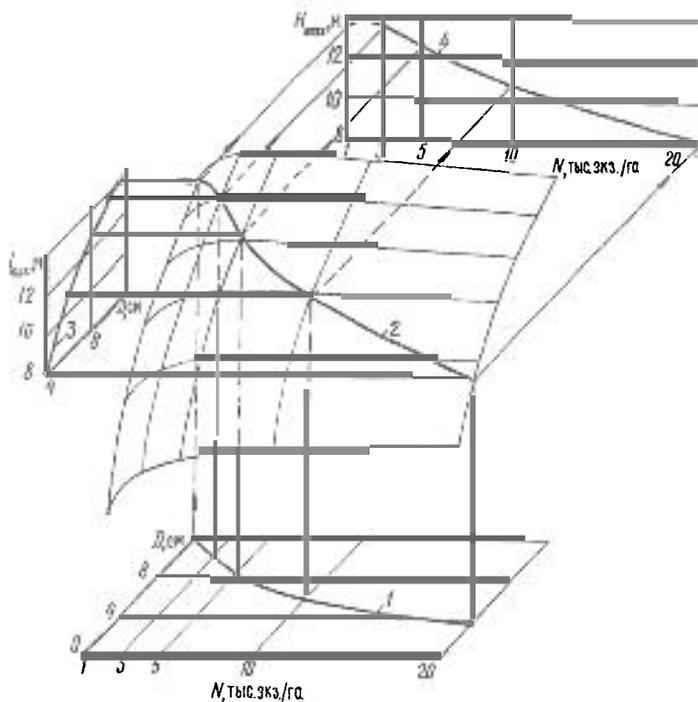


Рис.3. Геометрическая интерпретация рекуррентной системы уравнений (2) и (5) для максимальных значений средних высот семенных биогрупп в возрасте 30 лет: 1 – кривая зависимости $D_{\max} = f(N)$ по уравнению (2); 2 – проекция кривой 1 на поверхность, описываемую уравнением (5) при $A = 30$ лет; 3 – кривая зависимости $H_{\max} = f(D)$; 4 – кривая зависимости $H_{\max} = f(N)$

$$M = f(A, N, D, H), \quad (6)$$

где M – запас стволовой древесины в коре, м^3 на 1 условный гектар биогруппы;

H – средняя высота стволов биогруппы, м.

Чтобы установить, достоверно ли различаются запасы биогрупп семенного и порослевого происхождения при одних и тех же значениях названных четырех факторов, в модель (6) включали бинарную фиктивную переменную X . Она оказалась статистически значимой ($t = 6,2 > t_{05} = 2$), т. е. запасы порослевых и семенных биогрупп при равных значениях массообразующих показателей различны. Чтобы учесть специфику влияния каждого из определяющих факторов на запас биогрупп березы разного происхождения, регрессионные модели рассчитывали отдельно:

для семенных биогрупп

$$\begin{aligned} \ln M = & -15,1525 + 10,2006 \ln A - 2,1269 (\ln A)^2 + 1,1777 \ln N + \\ & + 1,0675 \ln A \ln D + 1,2026 H - 0,5783 H \ln A + 0,1086 H (\ln A)^2 - \\ & - 0,1872 H \ln D - 0,02654 H \ln N; \quad R^2 = 0,972; \end{aligned} \quad (7)$$

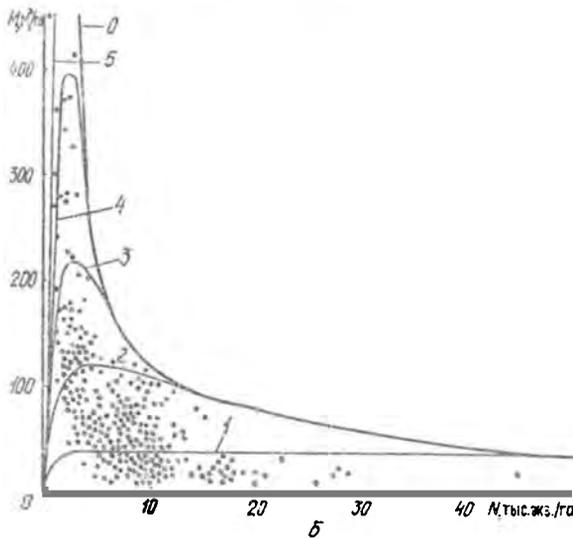
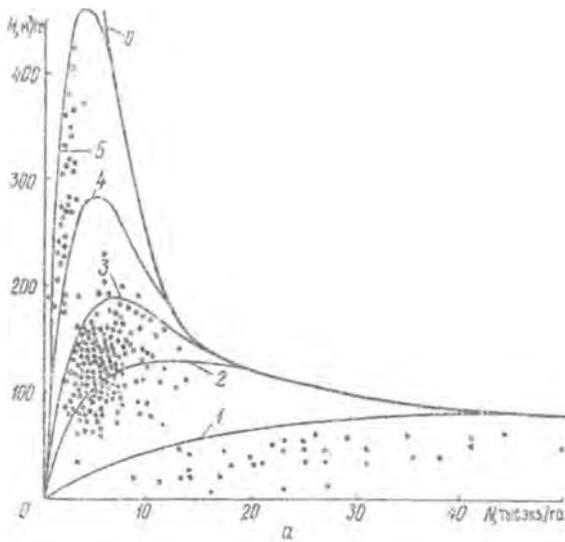


Рис. 4. Колоколообразные кривые плотности семенных (а) и порослевых (б) биогрупп для возрастов 10, 20, 30, 40 и 50 лет (кривые соответственно 1, 2, 3, 4 и 5), полученные последовательным табулированием уравнений (2), (3), (5) и (7), (8) по задаваемым значениям возраста и плотности; 0 — огибающая

для порослевых биогрупп

$$\ln M = 2,4461 - 1,5332 \ln A + 0,4476 \ln A \ln N + 1,3311 \ln A \ln D + \\ + 0,02202 H^2 - 0,01983 H (\ln A)^2 - 0,1425 H \ln D - 0,2383 \ln D \ln N; \\ R^2 = 0,930. \quad (8)$$

Положение предельных траекторий изменения запасов биогрупп M_{\max} и их огибающей относительно всех экспериментальных значений запасов показано на рис. 4. Эти траектории получены последовательным табулированием рекуррентной системы уравнений (9)

$$\left. \begin{array}{l} \text{I. } M = f(A, N, D, H); \\ \uparrow \\ \text{II. } H_{\max} = f(A, N, D); \\ \uparrow \\ \text{III. } D_{\max} = f(A, N). \end{array} \right\} \quad (9)$$

Вначале табулируются уравнения (2) и (3) по заданным A и N , затем уравнение (5) по тем же A и N и полученным D_{\max} и, наконец, уравнения (7) и (8) по тем же A и N и полученным D_{\max} и H_{\max} .

В табл. 1 для задаваемого возраста и предельной для него плотности N_{\max} (точка пересечения колоколообразной кривой с огибающей на рис. 4) приведены соответствующие значения предельного запаса M . Подстановкой величин N_{\max} для каждого возраста в уравнения (2) и (3) получены значения D_{\max} ; подстановкой этих же значений в (5) – величины H_{\max} . Для пересчета показателей с уровня биогруппы на уровень древостоя использован корректировочный коэффициент $K = C_{п.д} / C_{п.б}$, расчет которого приведен в работах [6, табл. 4.12 и 9]. Умножением коэффициента K на значения N_{\max} и предельного M биогрупп получены соответствующие показатели для древостоя.

Таблица 1

A, лет	K	N_{\max} , тыс. экз./га		D_{\max} , см	H_{\max} , м	Предельный M, м ³ /га		Предельная фитомасса (сухая), т/га			
		био- груп- пы	дре- во- стоя			био- груп- пы	дре- во- стоя	С	В	Л	Итого
Семенные березняки											
20	0,97	20	19	3,5	7,4	123	119	108	6	3	117
30	0,97	17	15	4,2	9,2	128	116	106	4	1	111
40	0,84	12	10	5,7	11,8	172	144	134	3	1	138
50	0,78	6	5	10,6	16,5	416	324	306	17	4	327
Порослевые березняки											
20	0,79	14	11	4,0	6,1	97	77	68	6	3	77
30	0,80	5	4	8,1	10,2	192	154	144	20	3	167
40	0,78	4	3	9,8	12,1	258	201	192	28	3	223
50	0,72	3	2	12,6	14,4	364	262	254	43	3	300

Примечание. С – ствол, В – ветви, Л – листья.

Имея для заданного возраста в табл. 1 предельные значения N_{\max} и M , скорректированные через коэффициент K на древостой, а также значения D_{\max} и H_{\max} , мы можем рассчитать предельные показатели надземной фитомассы древостоев на основе рекуррентно-ступенчатого метода [6, 10], используя переводной коэффициент P_i / M как функцию названных четырех показателей A, N, D, H :

$$P_i / M = a_0 + a_1 \ln A + a_2 (\ln A)^2 + a_3 (\ln A)^3 + a_4 \ln N + a_5 (\ln N)^2 + a_6 \ln D + a_7 \ln H + a_8 (\ln A)^2 \ln N + a_9 \ln A \ln N + a_{10} \ln A \ln H + a_{11} \ln A \ln D + a_{12} \ln N \ln D + a_{13} \ln N \ln H + a_{14} \ln H \ln D, \quad (10)$$

где P_i – фитомасса i -й фракции (ствол, ветви, листья) в абсолютно сухом состоянии, т/га.

Для построения моделей (10) использованы данные 50 пробных площадей, заложенных в березняках Тургайского прогиба, Среднего Урала и юга Западной Сибири в широких диапазонах возраста (5 ... 90 лет) и лесорастительных условий (I – IV классы бонитета). Характеристика уравнения (10) для трех фракций приведена в табл. 2.

Таблица 2

Константы и переменные уравнения (10)	Значения констант и переменных уравнения (10) для фракций		
	Ствол	Ветви	Листья
a_0	-0,4833	1,7840	0,8832
$a_1(\ln A)$	-	7,5733	-
$a_2(\ln A)^2$	-	-3,1133	-0,0503
$a_3(\ln A)^3$	-0,0091	0,2818	-
$a_4(\ln N)$	0,6499	-4,3084	-0,2357
$a_5(\ln N)^2$	-0,0536	0,5316	-
$a_6(\ln D)$	-	-9,7223	-0,1983
$a_7(\ln H)$	0,4607	3,8762	-0,4013
$a_8(\ln A)^2 \ln N$	0,0301	0,1188	-0,0104
$a_9(\ln A \ln N)$	-0,1891	-	0,0611
$a_{10}(\ln A \ln H)$	-	-1,0198	0,0995
$a_{11}(\ln A \ln D)$	0,1587	2,4628	0,0447
$a_{12}(\ln N \ln D)$	-0,1148	1,4053	-
$a_{13}(\ln N \ln H)$	-	-0,5114	0,0529
$a_{14}(\ln H \ln D)$	-0,1873	-	-
R^2	0,638	0,886	0,975

Подставляя в уравнения (10) значения A и M , а также N_{\max} , D_{\max} и H_{\max} из табл. 1, получаем предельные для каждого возраста показатели надземной фитомассы березняков по фракциям P_i (табл. 1).

Таким образом, изложенный подход позволяет установить предельно возможные запасы надземной фитомассы и связанного в ней

углерода в древостоях данного возраста. Использование био групп как микромоделей древостоев различной густоты дает возможность получить для любой древесной породы достоверные показатели предельных запасов фитомассы при минимальных трудозатратах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. - М.: Статистика, 1973. - 392 с. [2]. Заварзин Г.А. Международные экологические конвенции // Природа. - 1992. - № 12. - С. 3-7. [3]. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России / А.С. Исаев, Г.Н. Коровин, А.И. Уткин и др. // Лесоведение. - 1993. - № 5. - С. 3 - 10. [4]. Усольцев В.А. О закономерностях роста березы порослевого и семенного происхождения // Вестн. сельскохозяйств. науки Казахстана. - 1978. - № 6. - С. 87-93. [5]. Усольцев В.А. Математическое моделирование прироста березы повислой // Лесоведение. - 1979. - № 2. - С. 13-22. [6]. Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. - Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1985. - 191 с. [7]. Усольцев В.А. Оценка показателей продуктивности в био группах разной густоты // Лесоведение. - 1985. - № 2. - С. 62-72. [8]. Усольцев В.А. Элементы динамики горизонтальной структуры березняков порослевого и семенного происхождения // Лесоведение. - 1985. - № 6. - С. 19-29. [9]. Усольцев В.А. О соотношении продуктивности древостоя и составляющих его био групп // Лесные экосистемы в условиях континентального климата. - Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1987. - С. 168-173. [10]. Усольцев В.А. Глобальные экологические программы и базы данных о фитомассе лесов // Лесн. журн. - 1993. - № 4. - С. 3-7. - (Изв. высш. учеб. заведений). [11]. Global BIOME Programm. - U.S. Environmental Protection Agency. - Corvallis. - 1991. - 8 p. [12]. Kolchugina T.P., Vinson T.S. Equilibrium analysis of carbon pools and fluxes of forest biomes in the former Soviet Union // Can. J. For. Res. - 1993. - № 23. - P. 81-88. [13]. Schläpfer R. (ed.). Long-term implications of climate change and air pollution on forest ecosystems. - Progress Report of the IUFRO Task Force « Climate Change and Air Pollution ». - Vienna: IUFRO; Birmensdorf: WSL / IUFRO World Series. - 1993. - Vol. 4. - 133 p.

УДК 630*531

В.А. УСОЛЬЦЕВ, А.А. САЛЬНИКОВ, В.В. КИРИЛЛОВА

Сальников Александр Александрович родился в 1970 г., окончил в 1992 г. Уральскую государственную лесотехническую академию, ассистент кафедры лесной таксации и лесоустройства УГЛТА. Имеет 6 печатных работ в области оценки фитомассы лесов.



Кириллова Вера Витальевна родилась в 1970 г., окончила в 1992 г. Уральскую государственную лесотехническую академию, ассистент кафедры лесной таксации и лесоустройства УГЛТА. Имеет 4 печатные работы в области оценки фитомассы лесов.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАВИСИМОСТИ МАССЫ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ БЕРЕЗЫ И ОСИНЫ ОТ ДИАМЕТРА, ВЫСОТЫ И ВОЗРАСТА ДЕРЕВА*

С использованием метода блоковых «фиктивных» переменных исследованы зависимости массы древесной зелени от диаметра на высоте груди, высоты и возраста дерева. Выявлены два района произрастания березы и один – осины, для которых названные зависимости требуется рассчитывать отдельно.

* В работе участвовали аспиранты В.М.Ваганов и И.С.Сальникова.

Dependences of tree verdure biomass upon diameter at breast height, tree height and age are studied using block «dummy» variable method. Two location regions for birch and one region for aspen are revealed. Separate regressions are required referring to each of these regions.

В лесохозяйственной практике, в частности при отводе и материально-денежной оценке лесосек, лесоинвентаризации на основе перечислительной таксации и т.д., необходимы упрощенные регрессионные уравнения и таблицы массы кроны, в том числе наиболее ценной их части – древесной зелени (облиственных побегов – ДЗ), составленные по образцу традиционных объемных (сортиментных) таблиц и зачастую совмещенные с ними [2, 8, 13, 16, 17, 20]. Входами таких уравнений и таблиц служат два основных показателя, определяющих объем дерева: высота и диаметр на высоте груди. Составление таблиц предваряется расчетом регрессионных уравнений различного вида. Они описывают парную связь массы кроны с диаметром ствола для каждого разряда высоты [6] либо включают два показателя, когда наряду с диаметром в уравнение входит номер разряда высоты [16] или (что более часто) значение высоты дерева. В последнем случае обычно используется уравнение статической аллометрии, в котором высота и диаметр включаются либо раздельно [8, 13, 17, 20], либо в виде так называемого видового цилиндра (произведения квадрата диаметра на высоту дерева) [1, 3, 7]. Однако видовой цилиндр, изначально предназначенный для определения объема ствола [18], при оценке массы кроны у некоторых пород, в частности березы, осины и сосны, дает значение коэффициента детерминации R^2 меньшее, чем диаметр ствола, взятый отдельно [6, 11, 12, 19].

В настоящее время имеется множество таких уравнений и таблиц. В целях выявления возможности обобщения необходим анализ их региональной и видовой специфики. Однако для установления статистической достоверности различия (или его отсутствия) необходим исходный экспериментальный материал, а не публикуемые результаты выравнивания.

Наши исследования проведены в сомкнутых березняках и осинниках Урала и Северного Казахстана производных типов как чистых, так и смешанных по составу (табл. 1). На уральских объектах исследования преобладает береза пушистая, на казахстанских – береза бородавчатая. Осина во влажных типах леса представлена зеленокорой формой, в сухих – серокорой. Преобладающие почвы на первых объектах – бурые лесные оподзоленные, на вторых – бурые лесные, лугово-черноземные и дерново-боровые.

Модельные деревья взяты по ступеням толщины, по 3 ... 11 на каждой пробной площади. В 45-летнем березняке Казахского мелкосопочника проведена сплошная рубка 100 деревьев со взвешиванием кроны на площади 0,16 га. ДЗ кроны обрезали секатором и взвешивали с точностью 0,05 кг.

Таблица 1

Тип лесорастительных условий	Класс бонитета	Число пробных площадей (числитель) и модельных деревьев (знаменатель) по классам возраста							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	Итого
Береза Среднего Урала (опытный лесхоз УГЛТА)									
Березняк: свежий	I – II	–	1/12	–	–	3/30	2/20	–	6/62
	III	2/14	–	1/12	–	–	–	–	3/26
сухой	IV – V	–	1/10	1/14	–	–	–	–	2/24
	Береза Южного Урала (Кусинский лесхоз)								
свежий	II – III	–	1/7	1/6	3/24	2/7	2/13	1/7	10/64
»	Береза Казахского мелкосопочника (Бармашинский лесхоз)								
	III	–	–	–	–	1/100	–	–	1/100
»	Береза Тургайского прогиба (Аракарагайский лесхоз)								
	III	–	–	2/20	–	2/19	1/9	–	5/48
сухой	IV	–	–	–	–	1/10	1/10	1/10	3/30
Итого	–	2/14	3/29	5/52	3/24	9/166	6/52	2/17	30/354
Осина Казахского мелкосопочника (Бармашинский и Буландинский лесхозы)									
Осинник: влажный	Ia – I	–	1/11	–	2/21	–	–	–	3/32
	II – III	1/10	2/20	2/20	2/22	2/21	2/15	–	11/108
сухой	IV	–	1/10	1/10	–	–	–	–	2/20
Итого	–	1/10	4/41	3/30	4/43	2/21	2/15	–	16/160
Всего	–	3/24	7/70	8/82	7/67	11/187	8/67	2/17	46/514

Для сравнения нескольких уравнений парной связи имеются алгоритмы, основанные на оценке дисперсий углового коэффициента и свободного члена регрессий [9, 15], однако для многофакторных уравнений они непригодны. В этом случае сравнение можно выполнить по алгоритмам, в основе которых лежат блоковые «фиктивные» переменные [5]. Они и использованы в нашей работе. Однако при сравнении трех и более выборок (и соответствующих им регрессий) возникает проблема выбора исходной (отправной) выборки, с которой сравниваются все остальные. Она характеризуется величиной константы a_0 , кодируется в блоке одними нулями, и в дальнейшем эту выборку и соответствующую регрессию мы будем называть нулевой. В зависимости от того, какая из выборок взята в качестве нулевой, остальные могут достоверно отличаться от нее и друг от друга. Поэтому мы модифицировали метод Дрейпера и Смита [5], придав ему большую определенность и объективность путем расчета обобщенной по всем выборкам регрессии и принятия ее в качестве нулевой.

Формирование блоков «фиктивных» переменных относительно нулевой выборки выполнено произвольно, поскольку выборки не подлежат предварительному ранжированию по какому-либо признаку (табл. 2). Однако для удобства упоминания их по тексту они обозначены условными номерами. Каждый блок переменных, характеризующий популяцию и обозначаемый сочетанием единицы и нескольких

Таблица 2

Порода и район произрастания	Обозначение популяции	Блоки «фиктивных» переменных				
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
Береза:						
Среднего Урала	1	1	0	0	0	0
Тургайского прогиба	2	0	1	0	0	0
Южного Урала	3	0	0	1	0	0
Казахского мелко-сопочника	4	0	0	0	1	0
Осина Казахского мелкосопочника	5	0	0	0	0	1
Общий массив (нулевая выборка)	0	0	0	0	0	0

нулей, повторяется в исходной матрице экспериментальных данных столько раз, сколько взято модельных деревьев в популяции, каждое из которых характеризуется специфичными значениями показателей диаметра, высоты, возраста и массы ДЗ.

Известно, что значения массы кроны березы и осины одного диаметра, но различного возраста могут различаться в несколько раз [4, 10], поэтому применяются уравнения и составляются таблицы, включающие в качестве входов диаметр ствола и возраст дерева. Учитывая изложенное, по всей совокупности 514 модельных деревьев рассчитаны два вида уравнений в логарифмической форме, включающих, наряду с «фиктивными» переменными, основные определяющие факторы: в первом случае – диаметр, высоту дерева и их произведение, во втором – диаметр, возраст дерева и их произведение:

$$\ln P = a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_5 x_5 + a_6 \ln D + a_7 \ln H + a_8 \ln D \ln H; \quad (1)$$

$$\ln P = a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_5 x_5 + a_6 \ln D + a_7 \ln A + a_8 \ln D \ln A. \quad (2)$$

Поскольку в объемных и сортиментных таблицах возраст дерева не учитывается, для стыковки с ними уравнения (2) рассчитано вспомогательное уравнение

$$\ln A = a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_5 x_5 + a_6 \ln D + a_7 \ln H + a_8 \ln D \ln H. \quad (3)$$

В уравнениях (1)-(3) P – масса ДЗ в свежем состоянии, кг;

D – диаметр ствола на высоте груди, см;

H – высота дерева, м;

A – возраст дерева, лет.

Показатели значимости констант уравнений (1)-(3) по критерию Стьюдента и коэффициенты их детерминации приведены в табл. 3 (первая группировка «фиктивных переменных»).

Как видим, влияние диаметра и высоты дерева в уравнении (1), а также диаметра и возраста дерева в уравнении (2) на массу ДЗ в высшей степени достоверно. Вклад отдельных популяций в объяснение общей

Таблица 3

Номер уравнения	Значимость констант по Стьюденту								R^2
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	
Первая группировка									
1	0,2	0,7	2,0	0,5	1,5	15,1	10,4	5,0	0,935
2	-0,7	1,2	1,6	0,6	2,0	12,5	12,6	6,2	0,940
3	-1,6	0,6	-0,9	-1,3	0,7	4,6	10,2	-1,8	0,834
Вторая группировка									
1	4,6	-6,8	-	-	-	18,4	-10,3	3,7	0,932
2	2,7	-5,6	-	-	-	12,4	-9,3	4,4	0,930
3	-1,4	-4,4	-	-	-	7,8	7,2	-	0,796

изменчивости массы ДЗ незначительный: коэффициенты Стьюдента не превышают стандартного значения $t_{05} = 2,0$. Тем не менее мы выделили две популяции, характеризующиеся наибольшим значением t -критерия – третью (береза Южного Урала) и пятую (осина Казахстанско-мелкосопочника). Остальные три популяции березы, значимость констант для которых не превышает 1,2, мы объединили в одну Казахстанско-Среднеуральскую. Вклад популяций березы и осины в объяснение изменчивости возраста оказался незначительным ($t = 0,6 \dots 1,6$), тем не менее перегруппировка популяций для уравнения (3) выполнена аналогично (1) и (2).

Таким образом, были сформированы новые блоки «фиктивных» переменных: для березы Южного Урала $x_1 = 1$; $x_2 = 0$; для осины Казахстанско-мелкосопочника $x_1 = 0$; $x_2 = 1$. В этом случае в качестве нулевой ($x_1 = 0$; $x_2 = 0$) принята объединенная (1, 2 и 4) на втором этапе популяция, которая по t -критерию ближе всего к объединенной (1-5) на первом этапе популяции обеих пород, фигурировавшей в качестве нулевой в первой группировке «фиктивных» переменных.

При повторном расчете уравнений (1)-(3) с новыми блоками «фиктивных» переменных вместо пяти участвуют только две из них – x_1 и x_2 ; в остальном структура уравнений не изменяется. Анализ полученных констант (табл. 3, вторая группировка) показывает, что на статистически достоверных уровнях ($t = 4,6$ и $t = 2,7$) при одинаковых размерах и возрасте дерева масса ДЗ у березы Южного Урала больше, чем у березы Казахстанско-Среднеуральского региона, а у осины существенно меньше ($t = 6,8$ и $t = 5,6$), чем у березы обоих регионов. Различия в возрасте популяций березы, определенные по уравнению (3), недостоверны ($t = 1,4$); специфичны они лишь по породам ($t = 4,4$). Теперь, когда на статистически достоверном уровне выделены три популяции для определения массы ДЗ и две – возраста, для каждой из них по соответствующим массивам экспериментальных данных отдельно рассчитаны окончательные уравнения (1)-(3), к которым «фиктивные» переменные уже отсутствуют. Их характеристика приведена в табл. 4.

Таблица 4

Порода и район произрастания	Номер уравнения	Окончательные значения констант уравнений (1) – (3) (числитель) и их значимость по Стьюденту (знаменатель)				R ²
		a ₀	a ₆	a ₇	a ₈	
Береза: Казахстанско-Среднеуральского региона Южного Урала	1	-0,6956	1,8922/15,2	-1,5527/11,0	0,2570/6,1	0,939
	2	-0,7716	1,3277/8,1	-0,8084/8,1	0,2290/5,5	0,930
	3	1,4599	0,3622/8,5	0,4809/5,5	-	0,820
	1	-2,2524	3,0283/12,4	-1,2589/3,3	-	0,927
	2	-4,5649	3,5080/8,5	-	-0,2464/3,1	0,925
	3	1,4599	0,3622/8,5	0,4809/5,5	-	0,820
Осина Казахского мелкосопочника	1	-2,7587	2,2337/16,1	-0,4985/2,0	-	0,938
	2	-1,7103	2,3288/30,0	-0,7364/5,3	-	0,946
	3	1,3466	0,3622/8,2	0,4809/7,7	-	0,796

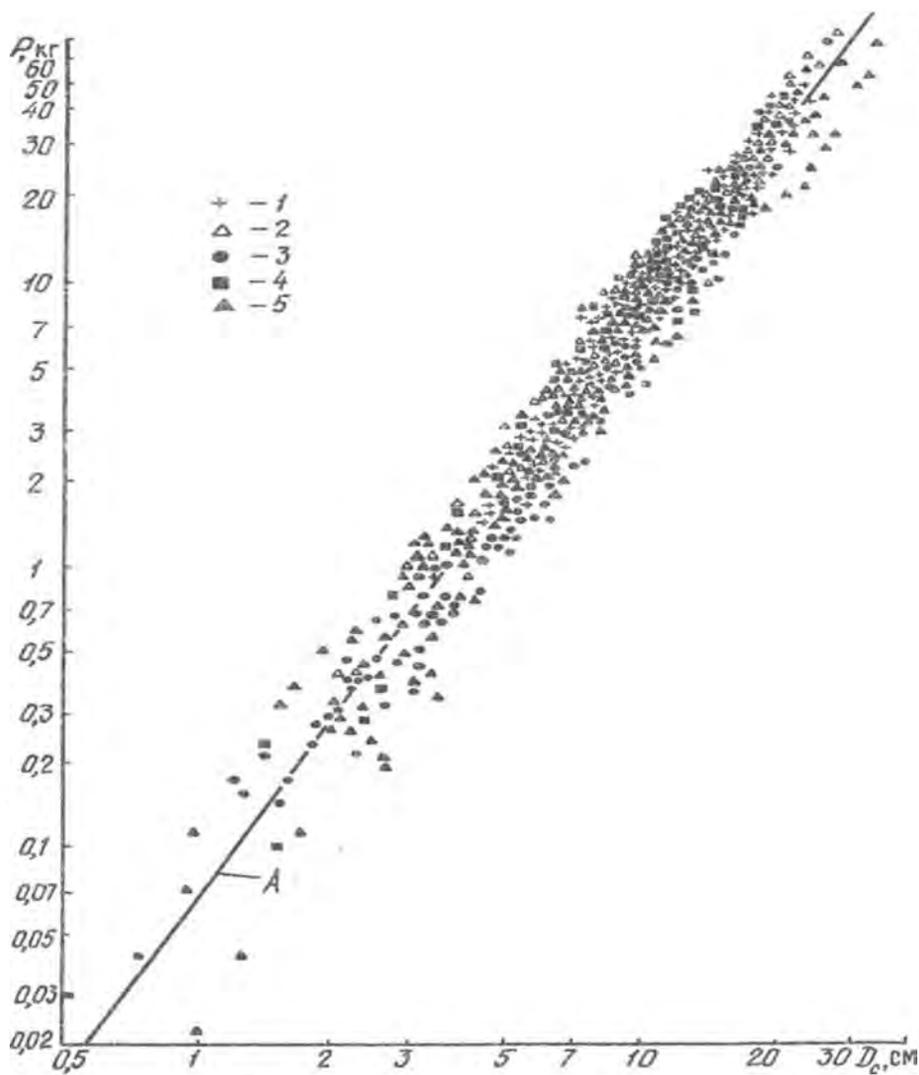
Объемные и сортиментные таблицы часто составляют по разрядам высоты деревьев. Для каждого региона создается шкала разрядов высоты, на основе произвольного разбиения поля экспериментальных точек в координатах высота – диаметр, в результате число разрядов высоты у одной породы может колебаться от 3 до 9. Это не позволяет сопоставить такие объемные таблицы и совмещенные с ними таблицы ДЗ по регионам. Поэтому табулирование основных уравнений, приведенных в табл. 4, выполнено нами по макету баварских таблиц с постоянными градациями диаметров, высот и возрастов (табл. 5).

В нашей предыдущей работе [14] было показано, что аллометрическая (в логарифмических координатах) связь массы листвы и ветвей P_i с диаметром ствола у основания кроны (D_c , см):

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln D_c, \quad (4)$$

где сечение представлено целиком водопроводящей заболонью, у березы Урала, Казахского мелкосопочника и островных боров Тургайского прогиба инвариантна, т.е. достоверно не различается по регионам. Выполненный нами расчет уравнения (4) для массы ДЗ с включением блока «фиктивных» переменных из четырех популяций березы и одной – осины (табл. 1) показал, что оно является инвариантным относительно не только разных популяций березы, но и двух разных пород – березы и осины. Это подтверждается низкой значимостью констант «фиктивных» переменных, соответствующих пяти названным древесным популяциям, которая в порядке их нумерации в табл. 2 составила соответственно 0,9; 0,5; 0,4; 0,5 и 0,4. Полученное обобщенное уравнение (см. рисунок)

$$\ln P = -2,6907 + 2,0480 \ln D_c; \quad R^2 = 0,948 \quad (5)$$



Зависимость массы древесной зелени в свежесрубленном состоянии (P , кг) четырех популяций березы и одной – осины от диаметра ствола у основания кроны D , см): 1 – береза Казахского мелкосопочника; 2 – береза Тургайского прогиба; 3 – береза Среднего Урала; 4 – береза Южного Урала; 5 – осина Казахского мелкосопочника; A – линия регрессии (5)

может применяться в каждой из пяти исследованных популяций. Однако диаметр D_c у растущих деревьев измерить трудно, и при использовании уравнения (5) необходимо знать для каждого древостоя зависимость $D_c = f(D)$.

Таблица 5

D, см	Масса древесной зелени в свежем состоянии, кг на 1 дерево											
	Уравнение (1) при высоте дерева, м						Уравнение (2) при высоте дерева, лет					
	8	12	16	20	24	28	10	30	50	70	90	110
8	3,1	2,0	1,5	1,2	-	-	3,4	2,4	2,0	1,8	-	-
	4,2	2,5	1,7	1,3	-	-	4,7	2,7	2,1	1,7	-	-
	2,3	1,9	1,6	1,5	-	-	4,2	1,9	1,3	1,0	-	-
12	-	5,7	4,4	3,5	-	-	7,2	5,5	4,9	4,5	-	-
	-	8,5	5,9	4,5	-	-	15,5	7,9	5,8	4,7	-	-
	-	4,7	4,1	3,7	-	-	10,8	4,8	3,3	2,6	-	-
16	-	11,7	9,2	7,6	6,5	-	-	10,2	9,3	8,8	8,4	-
	-	20,4	14,2	10,7	8,5	-	-	17,1	12,0	9,6	8,1	-
	-	9,0	7,8	7,0	6,4	-	-	9,4	6,5	5,0	4,2	-
20	-	-	16,5	13,8	12,0	-	-	16,3	15,3	14,7	14,2	13,9
	-	-	27,9	21,1	16,8	-	-	31,0	21,2	16,6	13,8	11,9
	-	-	12,8	11,5	10,5	-	-	15,8	10,9	8,5	7,0	6,1
24	-	-	26,5	22,5	19,7	17,6	-	-	22,9	22,3	21,9	21,5
	-	-	48,5	36,6	29,1	24,0	-	-	33,8	26,0	21,3	18,2
	-	-	19,3	17,2	15,7	14,6	-	-	16,6	13,0	10,8	9,3
28	-	-	39,6	33,9	29,9	26,8	-	-	32,3	31,8	31,5	31,2
	-	-	77,3	58,4	46,4	38,2	-	-	50,0	37,9	30,9	26,2
	-	-	27,2	24,3	22,2	20,6	-	-	23,8	18,6	15,4	13,3

Примечание. Первая строка – для березы Казахстанско-Среднеуральского региона; вторая – для березы Южного Урала; третья – для осины Казахского мелкосопочника.

Таким образом, оценка массы древесной зелени дерева по диаметру ствола у основания кроны (физиологически обусловленная взаимосвязь) возможна на основе одного, инвариантного для биологически близких пород, уравнения. При использовании же общепринятых в лесной таксации диаметра, высоты, возраста дерева в качестве независимых переменных или входов в таблицы требуется районирование получаемых уравнений и соответствующих таксационных таблиц фитомассы по породам и регионам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Алексеев В.И., Уткин А.И. Таблицы массы фракций деревьев главных лесобразующих пород // Биологическая продуктивность лесов Поволжья. - М.: Наука, 1982. - С. 237-240. [2]. Бабурин А.А., Петропавловский Б.С., Суханов В.В. Предварительные таблицы фитомассы древесных пород Дальнего Востока. - Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. - 44 с. [3]. Ватковский О.С. Методы определения фитомассы ствола и кроны дуба // Лесоведение. - 1968. - № 6. - С. 58-64. [4]. Габеев В.Н.

- Биологическая продуктивность лесов Приобья. - Новосибирск: Наука, 1976. - 171 с. [5]. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. - М.: Статистика, 1973. - 392 с. [6]. Зинченко В.Ф. Исследование способов учета, запасов и кормовой ценности фитомассы крон осинников и березняков Ленинградской области: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Брянск, 1986. - 21 с. [7]. Семечкина М.Г. Структура фитомассы сосняков. - Новосибирск: Наука, 1978. - 166 с. [8]. Токмурзин Т.Х., Байзаков С.Б. Рекомендации по таксации надземной массы и освоению древесной зелени сосновых и еловых лесов Казахстана. - Алма-Ата: КазСХИ, 1970. - 63 с. [9]. Урбах В.Ю. Биометрические методы. - М.: Наука, 1964. - 415 с. [10]. Усольцев В.А. Вес кроны березы и осины в насаждениях Северного Казахстана // Вестн. с.-х. науки Казахстана. - 1972. - № 4. - С. 77-80. [11]. Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. - Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1985. - 191 с. [12]. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. - Новосибирск: Наука, 1988. - 253 с. [13]. Усольцев В.А., Усольцева Р.Ф. Аппроксимирование надземной фитомассы березы и осины по диаметру и высоте ствола // Вестн. с.-х. науки Казахстана. - 1977. - № 7. - С. 83-89. [14]. Усольцев В.А. Сальников А.А. Фитомасса крон березы Урало-Казахстанского региона: Принципы составления нормативов // Лесные экосистемы Тургайской впадины. - Кустанай: Печатный двор, 1993. - С. 18-20. [15]. Хальд А. Математическая статистика (с техническими приложениями). - М.: ИЛ, 1956. - 501 с. [16]. Яновский Л.Н. Масса крон и древесной зелени в сырарастущем состоянии // Лесотаксационный справочник по Северо-Западу. - Л.: ЛТА, 1984. - С. 46-49. [17]. Grigal D.F., Kernik L.K. Generality of black spruce biomass estimation equations // Can. J. For. Res. - 1984. - Vol. 14. - P. 468-470. [18]. Prodan M. Holzmesslehre. - Frankfurt a. M.: J. D. Sauerlaender's Verl., 1965. - 644 S. [19]. Schmitt M.D.C., Grigal D.F. Generalized biomass estimation equations for *Betula papyrifera* Marsh. // Can. J. For. Res. - 1981. - Vol. 11. - P. 837-840. [20]. Spank G. Zur Schaetzung der Kronen- und Nadelmasse in Reinbestaenden der Baumart Kiefer (*Pinus silvestris* L.) // Beitr. Forstwirt. - 1982. - Bd. 16, № 3. - S. 129-139.

УДК 630*531:519

В.А. УСОЛЬЦЕВ, З.Я. НАГИМОВ, В.В. ДЕМЕНЕВ
Уральская государственная лесотехническая академия
Нижевартовский лесхоз, Ханты-Мансийский автономный округ

Нагимов Зуфар Ягфарович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 80 печатных работ по проблемам продуктивности и структуры фитомассы лесных экосистем.



ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТВЕЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА ПО ВЕСОВЫМ И ДЕНДРОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

Изложены результаты исследований распределения ветвей по длине, диаметру и массе. Выявлены различия в строении крон по размерам ветвей и древостоев по размерам деревьев. Даны рекомендации по оценке массы крон в сосновых древостоях.

The results of studies into the distribution of branches by length, diameter and mass have been presented. The distinctions of crowns' structure by branches' sizes as well as that of stands by trees' sizes are revealed. The recommendations on estimation of crowns' mass in pine tree stands are given.

Многие исследователи при оценке фитомассы крон используют модельные ветви. Однако лесотаксационная практика в настоящее время не располагает отработанными методами их отбора. Эти методы должны быть основаны на закономерностях распределения ветвей по размерам. Данный вопрос совершенно не исследован. Обоснование и описание приема отбора модельных ветвей во многих работах не приводятся или недостаточны для непосредственного применения.

Для изучения особенностей распределения ветвей по их линейным и весовым характеристикам на 8 пробных площадях, заложенных в сосняках ягодникового и осоково-болотного типов леса, были отобраны 15 модельных деревьев различных классов роста (по Крафту). Определяли диаметр у основания, длину и массу охвоенных и неоховоенных частей каждой ветви первого порядка. Затем из охвоенной части (древесной зелени) отделяли хвою и взвешивали непосредственно в лесу.

Статистическая обработка исходного материала выполнена на ПЭВМ по специальным программам. При изучении характера распределения числа ветвей по тому или иному показателю в качестве статистических моделей аппроксимации, наряду с нормальным распределением, использовали логнормальное, экспоненциальное, γ - и β -распределения. Различия между экспериментальными и теоретическими распределениями всех типов оценивали по критерию согласия Пирсона при уровне значимости 0,05 и соответствующем числе степеней свободы [4].

При изучении строения древостоев большой интерес представляет варьирование диаметров, высот и других показателей деревьев. В работах многих исследователей [1-3, 5, 6 и др.] показана изменчивость размеров стволов с возрастом. Поэтому представляет интерес варьирование размеров и массы ветвей в зависимости от возраста деревьев.

Для выявления общего характера этой зависимости модельные деревья объединяли по возрастным группам и для каждой из них выводили средние значения коэффициента вариации отдельно по типам леса и классам Крафта. Результаты расчетов приведены в таблице. Они свидетельствуют о высокой изменчивости размеров и массы ветвей. С увеличением возраста у деревьев одних и тех же классов Крафта изменчивость показателей в целом повышается. На наш взгляд, это объясняется старением крон: в кронах большего возраста при прочих равных условиях изменчивость ветвей по размерам, а следовательно, и массе, значительно выше. Таким образом, изменение коэффициентов вариации линейных размеров и массы ветвей довольно точно соответствует дифференциации их во времени. Отмеченная закономерность не прослеживается лишь в сосняке осоково-болотном у деревьев V класса Крафта, что объясняется, видимо, малым объемом экспериментального материала.

В пределах выделенных возрастных групп коэффициенты вариации диаметра, длины и массы ветвей закономерно уменьшаются с ухудшением ценотического положения деревьев. Это явление тоже вполне объяснимо. Деревья высших рангов имеют более развитые кроны, процесс отмирания нижних муговок у них идет медленнее, чем у деревьев из нижней части полога. Естественно, в кронах крупных деревьев ветви более дифференцированы по размерам.

Характеристики ветвей	Класс Крафта	Коэффициент вариации, %, в возрасте, лет			Коэффициент асимметрии, %, в возрасте, лет		
		15...28	83...105	219...250	15...28	83...105	219...250
		Сосняк ягодниковый					
Диаметр	I	-	62,3	-	-	+0,3	-
	III	35,6	51,2	-	-0,5	+0,2	-
Длина	I	-	70,1	-	-	+0,5	-
	III	41,5	64,8	-	-0,3	+0,4	-
Масса	I	-	106,0	-	-	+1,3	-
	III	67,9	97,2	-	+0,3	+1,5	-
Сосняк осоково-болотный							
Диаметр	I	-	54,5	67,5	-	+0,5	+0,9
	III	-	54,0	72,0	-	+0,8	+0,9
	V	-	37,2	38,0	-	-0,3	-0,3
Длина	I	-	69,3	94,0	-	+0,7	+0,9
	III	-	69,0	82,0	-	+0,6	+0,7
	V	-	51,5	43,7	-	+0,1	-0,6
Масса	I	-	106,0	110,0	-	+2,1	+3,0
	III	-	108,2	109,0	-	+2,0	+1,9
	V	-	75,5	70,0	-	+0,9	+0,5

По данным таблицы можно также отметить, что масса ветвей варьирует значительно сильнее, чем их линейные размеры. Больше также изменчивость длины ветвей по сравнению с их диаметром. В сомкнутых же древостоях коэффициенты вариации диаметров деревьев всегда выше, чем их высот [5, 6 и др.].

Влияние условий местопроизрастания (типов леса) на изменчивость размеров и массы ветвей в кронах деревьев на нашем небольшом экспериментальном материале не обнаруживается.

Наряду с коэффициентом варьирования, важным параметром, наиболее полно характеризующим форму распределения числа ветвей по их таксационным признакам, является показатель асимметрии. В изучаемых рядах он изменяется в довольно широких пределах (от -0,6 до + 3,0). Средние значения асимметрии по всем модельным деревьям приведены в таблице. У молодых деревьев наблюдается только правое смещение кривых распределения диаметра и длины ветвей по отношению к нормальному закону, причем значения асимметрии недостоверны. В старшем возрасте ряды распределения в подавляющем большинстве случаев имеют положительную асимметрию. Таким образом, распределение ветвей по диаметру и длине с возрастом не остается стабильным. Если в молодом возрасте до наступления жестких конку-

рентных взаимоотношений между деревьями изменение рядов происходит только в результате появления новых мутовок и перехода части ветвей за счет прироста из низших ступеней толщины и длины в более высокие, то в старшем возрасте на форму кривых значительно влияет и процесс отмирания нижних более толстых и длинных ветвей. Естественно, что при таком положении рассматриваемые кривые распределения имеют положительную асимметрию.

Распределение ветвей по массе во всех случаях имеет ярко выраженную положительную асимметрию. Причем значения показателя асимметрии значительно выше, чем в рядах распределения диаметра и длины ветвей. Следовательно, характер распределения ветвей по размерам и массе в кронах деревьев различный.

Как видно из данных таблицы, в пределах возрастных групп коэффициенты асимметрии всех изучаемых рядов закономерно уменьшаются от I класса Крафта к III. На наш взгляд, это явление объясняется тем, что в исследуемом возрастном интервале у деревьев высших классов роста вследствие их доминирующего положения в пологе процессы появления и роста молодых ветвей при прочих равных условиях идут более интенсивно, чем у отставших в росте особей. Поэтому в кронах деревьев высших рангов происходит увеличение накопления ветвей в низших ступенях толщины и длины.

Таким образом, показатель асимметрии рядов распределения ветвей по линейным размерам и массе находится в тесной зависимости от процессов их роста и отмирания.

Показатель эксцесса в исследуемых рядах также изменяется в широких пределах (от -1,3 до +9,4). Связь его с возрастом и ценотическим положением деревьев выражена неясно.

Из сказанного следует, что статистические показатели, характеризующие ряды распределения числа ветвей по диаметру, длине и массе, зависят от множества факторов, влияющих на интенсивность процессов роста, дифференциации и отмирания ветвей. Строение крон не стабильно, а динамично.

Полученные значения коэффициента варьирования, асимметрии и эксцесса показывают, что исследуемые ряды не могут быть описаны одним законом нормального распределения. Выбор теоретических кривых для выравнивания рядов распределения, как известно, в теории строения древостоев остается одним из главных вопросов. Обобщение литературных и анализ опытных данных позволили нам в качестве математических моделей аппроксимации экспериментальных рядов предложить кривые нормального, логнормального, γ - и β -распределений. Из 45 рядов только два не описываются этими теоретическими функциями. Здесь вычисленные значения критерия согласия Пирсона при 5 %-м уровне значимости для всех четырех кривых оказались больше табличных.

Результаты расчетов показали, что кривые распределения ветвей по ступеням длины и диаметра не остаются стабильными на протяжении всего периода роста. В молодом возрасте распределение имеет

симметричный характер и описывается нормальной кривой. С увеличением возраста появляются новые ветви, часть ветвей в результате прироста древесины переходит из низших ступеней длины и толщины в более высокие, другая (как правило, самые крупные) отмирает. Мода распределения постепенно перемещается из середины ряда, и симметричные ряды становятся асимметричными.

Распределение ветвей по массе, имеющее более высокие значения показателей асимметрии и эксцесса, чем по диаметру и длине, описывается только β -кривой.

В заключение отметим, что диапазон колебаний показателей, характеризующих ряды распределения числа ветвей по диаметру, длине и массе, довольно широк. Коэффициенты вариации, асимметрии и эксцесса значительно больше, чем имеющиеся в литературе для распределений деревьев в древостоях по аналогичным таксационным признакам. Поэтому способы и методы таксации, разработанные для оценки запасов стволовой древесины, вряд ли приемлемы для оценки массы крон. Тем не менее многие исследователи при изучении древесного полога избрали именно такой путь, оценивая запасы крон по средним модельным ветвям. Результаты наших исследований показывают, что выбрать среднюю модельную ветвь по массе (тем более по массе структурных частей) практически невозможно. Ветви, средние по диаметру, не являются средними по длине. Если даже отыскать ветвь, среднюю по диаметру и длине, то она не будет средней по массе. При оценке запасов крон надо отойти от способов средних модельных ветвей. Необходимо найти такие математические зависимости, которые характеризовали бы изменение строения крон деревьев во времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Захаров В.К. Рационализация методов таксации леса на корню // Лесн. хоз-во. - 1956. - № 10. - С.20-25. [2]. Коростелев И.Ф. Изменчивость диаметров и высот стволов в сосновых древостоях Челябинской области // Лесн. журн. - 1976. - № 3. - С. 16-19. - (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Луганский Н.А., Нагимов З.Я. Структура и динамика сосновых древостоев на Среднем Урале. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1994. - 140 с. [4]. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений.- М., 1971. - 567 с. [5]. Никитин К.Е. Лиственница на Украине. - Киев: Урожай, 1966. - 331 с. [6]. Соколов С.В. Исследование роста и товарности сосновых насаждений подзоны южной тайги Зауралья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Свердловск, 1970. - 23 с.

УДК 630*182.21:385.1

А.С. ЧИНДЯЕВ, И.А. ИМАТОВА

Чиндяев Александр Сергеевич родился в 1938 г., окончил в 1966 г. Уральский лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой лесных культур и мелиораций Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 100 печатных работ в области гидроресомелиорации, ведения лесного хозяйства на осушенных землях.



Иматова Ирина Александровна родилась в 1965 г., окончила в 1987 г. Уральский лесотехнический институт, аспирант кафедры лесоводства Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 3 печатные работы в области ведения лесного хозяйства на осушенных землях.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСОВ ИЗ ПОДРОСТА СОСНЫ НА ОСУШЕННЫХ БОЛОТАХ

Проанализирована динамика роста по высоте подроста сосны предварительной генерации до и после осушения сфагнового болота. Выявлены особенности его роста под пологом материнского древостоя и после его удаления. Рекомендована сплошная рубка спелых сосновых древостоев низкой и средней полноты.

The growing dynamics of the pine pre-generation young growth height before and after draining the sphagnum bog has been analysed. The features of its growth under the canopy of the tree stand and after its removal have been revealed. Clear cutting of mature pine trees of low and medium density has been recommended.

Общеизвестно, что формирование лесов из подроста хвойных пород предварительной генерации сокращает период его выращивания как минимум на 20 ... 30 лет. Однако пути последующего формирования лесов из подроста далеко не изучены.

Затронутая проблема особенно актуальна для осушенных сосновых лесов на верховых болотах. На Среднем Урале они занимают около 30 % гидролесомелиоративного фонда или около 1 млн га [3, 6]. Известно также, что в сосняках на верховых болотах процессы естественного лесовозобновления протекают вполне успешно, а после осушения численность подроста последующей генерации увеличивается в 4-6 раз [1, 2, 4, 5, 9].

В связи с этим нами предпринята попытка изучить возможные пути целенаправленного и ускоренного формирования лесов из подроста сосны на осушенных сфагновых болотах Среднего Урала.

Исследования выполнены на лесоболотном стационаре «Северный» в опытном предприятии УГЛТА. Он заложен на сфагновом болоте площадью более 150 га [7]. Торфяная залежь мощностью до 7 м состоит из сфагновых мхов, степень разложения средняя, реакция почвенного раствора кислая, достаточно высокая зольность (6 ... 9 %), удовлетворительное обеспечение корнеобитаемого слоя торфа азотом и фосфором, но недостаточное – калием. Здесь произрастают чистые по составу сосновые древостой кустарничково-сфагновых и кустарничково-осоковых типов, их возраст 70 ... 120 лет, полнота 0,5 ... 1,2, запас 90 ... 140 м³/га, класс бонитета У-Уа.

Под пологом древостоя имеется подрост сосны высотой до 1,2 м в возрасте до 27 лет в количестве 5 ... 17 тыс. шт. / га. Установлена четкая зависимость численности подроста от полноты материнских древостоев. По мере увеличения полноты (от 0,5 до 1,2) резко снижается численность подроста (от 17,0 до 5,9 тыс. шт./га). Вероятно, густота материнского древостоя является лимитирующим фактором лесовозобновительных процессов на сфагновых болотах.

Для более детального изучения этого вопроса нами одновременно с осушением в 1988 г. были заложены парные объекты шириной по 30 м в одном таксационном выделе и на одной и той же межканавной полосе длиной 87 м.

Древостой, который на одном из парных объектов вырубали, характеризовался следующими показателями: тип леса сосняк кустарничково-сфагновый; средняя высота 6,5 м; средний диаметр 11,0 см; возраст 105 лет; полнота 0,57; число деревьев 1700 шт. / га; запас 102 м³/га; класс бонитета Уа; численность подроста 12,2 тыс. шт. / га; мощность торфа 5 м. Подрост сосны на обоих участках был распределен на три группы по высоте: 1 - 38,5; 2 - 77,3 и 3 - 121,3 см. Из каждой группы высот брали по 10 моделей, по которым изучали динамику прироста в высоту за последние 12 лет (из них 6 лет соответствовали периоду осушения и рубке материнского древостоя).

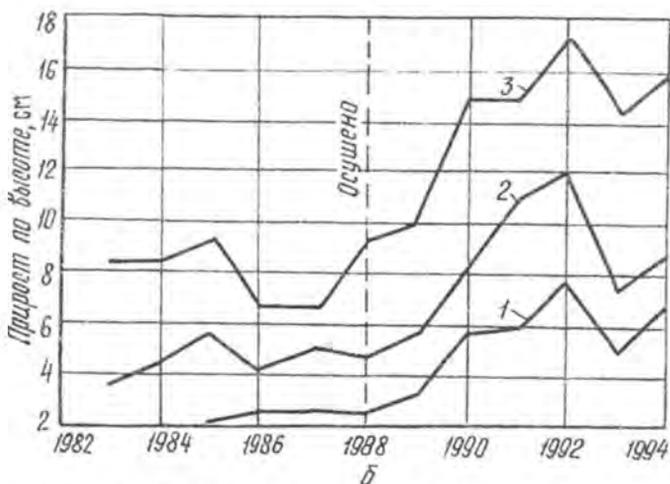
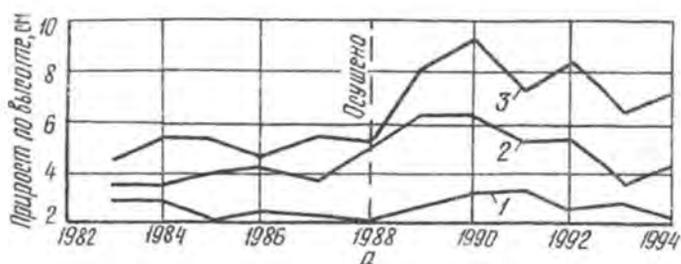
Группа высот подроста	Средний периодический прирост за 6 лет, см		Отношение прироста до осушения к приросту после осушения, %	Критерий достоверности t	Точность опыта P , %
	до осушения	после осушения			
1	2,4	2,7	113	2,1	5,1
	2,4	5,4	225	8,3	6,8
	3,9	5,2	133	4,6	5,0
2	4,4	8,6	195	7,8	7,4
	5,1	7,7	150	4,8	5,5
3	8,0	14,4	180	4,4	5,2

Примечание. В числителе данные для подроста под пологом леса; в знаменателе – на вырубке.

Анализ средних периодических приростов по высоте подтвердил положительное влияние осушения и вырубки материнского древостоя на рост подроста сосны (см. таблицу).

Так, на первом объекте с наличием материнского древостоя на осушение лучше отреагировал крупный подрост высотой 1,2 м в возрасте 27 лет (3-я группа высот). Его прирост достоверно увеличился в 1,5 раза. Прирост подроста 2-й группы высот (возраст 20 лет) также возрос, но лишь на 33%. У подроста 1-й группы в возрасте 15 лет прирост практически не изменился ($t = 2,1 < 3$). Это можно объяснить более высокой приспособляемостью самого молодого подроста к неблагоприятным условиям среды и отсутствием влияния осушения на основной фактор, лимитирующий рост подроста.

На втором объекте, где одновременно с осушением был вырублен материнский древостой, картина обратная. Чем моложе подрост, тем существеннее увеличивается его прирост после рубки древостоя: для 1-й группы высот – в 2,25, 2-й – в 1,95 и 3-й – в 1,80 раза. Таким образом, лишь факторы освещенности и снятия конкуренции корневой системы за элементы питания обеспечили дополнительное увеличение прироста от 30 (3-я группа высот) до 112% (1-я группа). Это подтверждается и цифрами текущего годовичного прироста подроста до и после осушения (см. рисунок). Так, если под пологом осушенного материнского древостоя (рис. а) у подроста 1-й группы высот лишь проявилась тенденция к увеличению прироста, то у подроста 2-й и 3-й групп с первого года осушения он резко возрос. На вырубке (рис. б) подрост всех групп высот после осушения более резко, чем под пологом, наращивает прирост, практически не имея периода адаптации на резко изменившиеся условия среды. Резкое снижение прироста всех групп высот в 1993 г. и малая его величина в 1994 г. объясняются очень дождливой погодой. Так, при норме осадков за май – сентябрь 347 мм в 1993 и 1994 гг. выпало соответственно 474 и 410 мм.



Динамика прироста по высоте подроста сосны до и после осушения: а – под пологом материнского древостоя; б – на вырубке; 1 – 3 – группы высот подроста

Прирост подроста, произрастающего под пологом аналогичных неосушенных древостоев (контроль), в последние 12 лет у всех трех групп высот практически остается постоянным – 1,8 ... 2,5 см в год.

Иначе говоря, на осушенных сфагновых болотах факторами, лимитирующими рост подроста сосны, являются освещенность и конкуренция с материнским древостоем за элементы питания [8].

Правильность высказанного предположения подтверждается данными об успешном росте 30-летних молодняков сосны на этом же объекте. Они сформировались 20 лет назад из подроста сосны предварительной генерации после вырубке материнского древостоя. Последние 6 лет молодняки растут в условиях осушения. За этот период их прирост увеличился более чем в 2 раза и составляет ежегодно 20 ... 25 см, что соответствует росту по III классу бонитета.

В заключение подчеркнем, что наиболее эффективным и приемлемым лесоводственным методом ускоренного и целенаправленного формирования сосновых лесов из подроста на осушенных сфагновых болотах Среднего Урала является сплошная вырубка спелых древостоев

низкой и средней полноты. Это позволит не только существенно повысить производительность болотных древостоев, но и обеспечить непрерывное лесовыращивание на осушенных площадях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ефремов С.П., Ефремова Т.Т., Брюханова Э.Б. Формирование березняков и сосняков на осушенных болотах // Теория и практика болотоведения и гидролесомелиорации. - Красноярск, 1976. - С. 127-152. [2]. Естественное возобновление на осушенных болотах / Е.Д. Сабо, Л.И. Спешнева, С.В. Шаренко, В.В. Юрасова // Лесн. хоз-во. - 1981. - № 11. - С. 21. [3]. Колесников Б.П. Леса Свердловской области // Леса СССР. - М.: Наука, 1969. - С. 64-124. [4]. Медведева В.М., Вайнблат В.З. Естественное возобновление в заболоченных лесах // Заболоченные лесные земли Северо-Запада СССР и их лесохозяйственное освоение. - Петрозаводск, 1981. - С. 106-107. [5]. Рубцов В.Г. Влияние осушения на возобновление сосны // Сб. работ по лесному хозяйству ЛенНИИЛХ. - М.; Л., 1961. - С. 155-169. [6]. Сабо Е.Д., Иванов Ю.Н., Шатилло Д.А. Справочник гидролесомелиоратора. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 200 с. [7]. Чиндяев А.С., Бирюкова Л.А., Маковский В.И. Лесоводственно-мелиоративная характеристика стационара «Северный» Уральского лесотехнического института // Лесоэкологические и палинологические исследования болот на Среднем Урале. - Свердловск: УРО АН СССР, 1990. - С. 3-13. [8]. Чиндяев А.С., Иmatoва И.А. Перспективы формирования древостоев из подроста сосны предварительной генерации на осушенных болотах Среднего Урала // Гидролесомелиорация: задачи и координация исследований. - С.-Петербург, 1994. - С. 35-36. [9]. Kaunisto S., Päivänen J. Metsänundistaminen ja metsittäminen ojitenilla turvemaidilla // Kirjallisuuteen perustuva tarkasteln. Folia forest. - 1985. - № 625. - P. 75.

УДК 630*221.04:630*385.1(470.51/.54)

А.С. ЧИНДЯЕВ, М.А. МАТВЕЕВА



Матвеева Мария Александровна родилась в 1966 г., окончила в 1988 г. Уральский лесотехнический институт, аспирант кафедры лесных культур и мелиораций Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 2 печатные работы в области ведения лесного хозяйства на осушенных землях.

ГЛАВНЫЕ РУБКИ В БОЛОТНЫХ ДРЕВОСТОЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Дано обоснование высоты деревьев ели в качестве критерия их отбора в рубку. Проанализировано влияние интенсивности рубки на изменение таксационных показателей елово-березовых древостоев. Рекомендована первоначальная интенсивность сплошной рубки 60 % по запасу и 40 % по числу стволов.

The substantiation of spruce trees' height as a criterion for their being selected to go for cutting has been given. The influence of felling intensity on changing evaluation indices of spruce-birch stands has been analysed. The original intensity of not continuous cutting – 60 % by stock and 40 % by quantity of stems is recommended.

Задачи повышения продуктивности лесов, ведения хозяйства на принципах непрерывного и неистощительного лесопользования в полной мере относятся и к болотным лесам Среднего Урала, площадь которых превышает 3,5 млн га [12].

По мнению К.К. Буша [4], антропогенные биогеоценозы осушенных лесов отличаются высокой потенциальной продуктивностью. Однако ее не удается использовать в полной мере, если деревья преобладающих пород имеют высокий возраст или образуют низкополнотные малопродуктивные смешанные древостои. После осушения на таких площадях формируются древостои, продуктивность которых не соответствует лесорастительным условиям.

Одним из путей решения этой проблемы являются сплошные рубки главного пользования в осушенных древостоях. Они позволяют сформировать оптимальные по густоте и составу древостои, выбрать главную породу в соответствии с лесорастительными условиями, предотвратить нежелательную смену пород путем использования хвойного подроста предварительной генерации, вовлечь в хозяйственный оборот леса на осушенных землях [2, 7-9, 14].

Сплошные рубки довольно широко и давно применяются в Финляндии [19]. В нашей стране в небольших объемах и лишь в последние 10 ... 15 лет они проводятся в Карелии [9], на Европейском Севере [3], хотя отдельные вопросы этой проблемы исследовались рядом авторов [5, 6, 10, 11, 13, 15].

Для изучения данного вопроса применительно к лесам Среднего Урала нами выполнены опытные рубки разной интенсивности на четырех пасаках общей площадью 3,32 га в березово-еловых с сосной древостоях травяно-осоковых типов, произрастающих на низинном болоте, осушенном в 1988 г. Класс бонитета V, классы возраста VI-VII [18]. Ширина пасек – 25 ... 35 м, волоков – 5 м.

Рубки произведены в снежный период по обычной технологии [3], обеспечивающей максимальное сохранение подроста и тонкомера.

Таблица 1

Высота деревьев, м	Текущий годичный прирост деревьев ели												Отношение прироста после осушения к приросту до осушения, %
	до осушения						после осушения						
	1984	1985	1986	1987	1988	Средний периоди- ческий	1989	1990	1991	1992	1993	Средний периоди- ческий	
По радиусу, мм													
7...9	0,70	0,77	0,73	0,87	1,23	0,86	1,03	0,80	0,73	0,97	1,47	1,00	116
11...13	0,75	0,78	0,57	0,58	0,58	0,65	0,47	0,38	0,57	0,95	1,37	0,75	115
15...16	1,47	1,28	0,88	1,02	1,07	1,14	0,93	1,00	1,48	1,82	1,22	1,49	131
18...20	0,98	1,06	0,96	0,74	0,90	0,93	0,54	0,50	0,54	1,12	1,28	0,80	86
По высоте, см													
7...9	19	16	20	14	16	17,0	14	11	17	17	25	16,8	99
11...13	9	9	10	9	8	9,0	14	13	20	20	31	19,6	218
15...16	8	8	7	10	10	8,6	9	13	16	17	24	15,8	184
18...20	5	6	6	6	6	5,8	8	7	8	9	15	9,4	162

На волоках рубка сплошная, на пасеках выборочная, валка деревьев вершиной вперед под углом 45° к волоку.

При несплошных рубках важно правильно назначить деревья в рубку. При назначении в рубку сосны и березы сложностей не возникает [9, 16]. Для ели же нами по модельным деревьям определены критерии назначения в рубку, т. е. изучена реакция различных по размерам деревьев на осушение.

Анализ годичной динамики прироста по радиусу до и после осушения показал, что прирост зависит от высоты деревьев (табл. 1).

Наиболее активно реагируют на осушение деревья ели высотой до 16 м; их следует максимально сохранять при рубках. Деревья выше 16 м, как правило, самые крупные и старые, их в основном назначают в рубку.

Диаметр ели нельзя считать надежным критерием при назначении в рубку, так как у деревьев одного и того же диаметра могут быть различны возраст и высота (табл. 2).

Таблица 2

Высота деревьев, м	Средние		
	диаметр, см	возраст, лет	высота, м
7 ... 9	8,7	70	8,3
	8,3 ... 9,4	63 ... 84	7,2 ... 9,1
11 ... 13	13,0	86	12,5
	11,0 ... 14,7	75 ... 116	11,4 ... 13,1
15 ... 16	18,8	88	15,9
	15,6 ... 25,5	81 ... 100	15,3 ... 16,3
18 ... 20	25,3	107	18,8
	21,9 ... 29,4	84 ... 122	17,6 ... 20,0

Примечание. В числителе – среднее значение показателя; в знаменателе – пределы его колебаний.

Таблица 3

Пасека		Интенсивность рубки, %		Состав древостоя	
Номер	Площадь, га	по запасу	по числу стволов	до рубки	после рубки
1-2	0,40	36,0	18,4	3ЕЗС4Б	4Е4Б2С
1-3	0,75	45,6	22,9	4Е4Б2С	6Е2С2Б
1-4	0,90	60,9	39,0	4Е5Б1С	7Е2Б1С
1-5	1,27	53,7	28,0	4Е5Б1С	6Е4Б+С

Несплошная опытная рубка разной интенсивности (без учета запаса, вырубленного на волоках) обусловила в первую очередь изменение состава древостоя (табл. 3).

Так, рубка в елово-березовых с сосной древостоях средней интенсивности (36 ... 46 % по запасу, пасеки 1-2 и 1-3) приводит к увеличению ели в составе на 1-2 единицы. Рубка большой интенсивности (53 ... 61 %, пасеки 1-4 и 1-5) обуславливает более существенное измене-

Таблица 4

Номер пасеки	Интенсивность рубки, %		Средний диаметр по породам, см				Полнота древостоя
	по запасу	по числу стволов	Ель	Сосна	Береза	На пасеке	
1-2	36,0	18,4	13,5	19,9	23,5	19,0	0,91
			13,2	19,4	19,9	17,5	0,60
1-3	45,6	22,9	15,6	20,4	23,6	19,9	0,55
			15,0	20,2	18,8	18,0	0,32
1-4	60,9	39,0	15,6	20,0	22,8	19,5	0,67
			15,1	13,0	17,0	15,0	0,27
1-5	53,7	28,0	15,0	22,0	22,0	19,7	0,66
			14,1	19,8	17,1	17,0	0,31

Примечание. В числителе данные до рубки; в знаменателе – после рубки.

ние состава. Здесь после рубки участие ели увеличивается на 2-3 единицы. Таким образом, регулируя интенсивность рубки, можно формировать еловые древостои, которые будут полнее использовать лесорастительные условия [18].

Рубка, естественно, приводит к изменению и других таксационных показателей древостоя (табл. 4). Так, средний диаметр уменьшался в прямой зависимости от интенсивности рубки. Если при слабой и средней интенсивности рубки он снизился на 2,0 ... 2,7 см, то при максимальной – на 4,5 см и составил 15,0 см. Поскольку выборка осуществлена в основном за счет березы и частично сосны, то средние диаметры этих пород снизились наиболее существенно.

Представляют интерес данные об изменении полноты древостоя в результате рубки, поскольку она определяет устойчивость древостоя. В целом ее снижение также зависит от интенсивности рубки.

В опытных целях в среднеполнотных древостоях полнота нами была снижена вдвое и после рубки интенсивностью 45 ... 61 % составила 0,27 ... 0,31 (пасеки 1-3, 1-4, 1-5). Учитывая, что наряду с подростом на пасеках имеется 500 ... 600 тонкомерных деревьев ели на 1 га, такая полнота является оправданной. Этому же мнению придерживаются и другие исследователи [1, 3].

Ветровал ели в течение года после рубки не превысил 5 % как по числу стволов, так и по запасу. Между вывалом ели и интенсивностью рубки явная связь не выявлена. Вопреки распространенному мнению, ель на осушенных болотах достаточно ветроустойчива.

Таким образом, в условиях Среднего Урала несплошные рубки главного пользования в смешанных с елью древостоях на осушенных низинных болотах интенсивностью 60 % по запасу и 40 % по числу стволов обеспечивают формирование древостоя нужного породного

состава и возрастной структуры. Такие рубки позволяют выращивать высокопродуктивные еловые древостои и полностью отвечают принципу непрерывного и неистощительного лесопользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ананьев В.А., Мошников С.А. Результаты рубок в осушенных еловых насаждениях // Гидролесомелиорация: задачи и координация исследований. - СПб.: НИИЛХ, 1994. - С. 25-26. [2]. Ананьев В.А., Петрук С.Г., Декоев Н.П. Способы рубок в осушенных еловых и лиственнично-еловых насаждениях // Гидролесомелиорация и рациональное природопользование. - СПб.: НИИЛХ, 1992. - С. 38-40. [3]. Артемьев А.И., Дружинин Н.А. Ведение лесного хозяйства в осушенных разновозрастных лесах Европейского Севера // Гидролесомелиоративный мониторинг и эксплуатация осушительных систем: Сб. науч. тр. ЛенНИИЛХ. - Л., 1991. - С. 16-27. [4]. Буш К.К., Иевинь И.К. Экологические и технические основы рубок ухода. - Рига: Зинатне, 1984. - 172 с. [5]. Кузнецов А.Н., Рубцов В.Г., Книзе А.А. Формирование древостоев в связи с рубками и осушением. - Л.: ЛенНИИЛХ, 1977. - 54 с. [6]. Лешок В.И., Попов Ю.А. Способы рубок в осушаемых болотных сосняках Северо-Запада. - Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. - 42 с. [7]. Луганский Н.А., Залесов С.В., Щавровский В.А. Повышение продуктивности лесов. - Екатеринбург: УГЛТА, 1995. - 297 с. [8]. Матюшкин В.А. О технологии проведения комплексных рубок на осушенных землях // Гидролесомелиорация: задачи и координация исследований. - СПб.: НИИЛХ, 1994. - С. 51-52. [9]. Медведева В.М. Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны. - Петрозаводск: Карелия, 1989. - 168 с. [10]. Медведева В.М., Матюшкин В.А. Опыт реконструкции сосновых древостоев // Исследование по болотоведению и мелиорации. - Петрозаводск, 1978. - С. 108-122. [11]. Особенности формирования осушенных ельников и ведение хозяйства в них / Д.П. Столяров, А.А. Книзе, Н.Н. Декатов, И.А. Румянцев // Гидролесомелиоративный мониторинг и эксплуатация осушительных систем: Сб. науч. тр. ЛенНИИЛХ. - Л., 1991. - С. 27-35. [12]. Рубцов В.Г., Книзе А.А. Ведение лесного хозяйства в мелиорированных лесах. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 119 с. [13]. Сабо Е.Д., Иванов Ю.Н., Шатилло Д.А. Справочник гидролесомелиоратора. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 200 с. [14]. Столяров Д.П., Книзе А.А. О возрасте рубки осушенных древостоев // Лесохозяйственное использование осушенных земель. - Л., 1980. - С. 33-34. [15]. Федюков В.И., Рубцов В.Г. Рубки ухода в осушенных ельниках // Лесн. хоз-во. - 1980. - № 3. - С. 24-26. [16]. Чиндяев А.С. Особенности реакции на осушение сосновых и еловых древостоев // Гидролесомелиоративный мониторинг и эксплуатация осушительных систем: Сб. науч. тр. ЛенНИИЛХ. - Л., 1991. - С. 48-54. [17]. Чиндяев А.С. Особенности трансформации лесоболотных биогеоценозов Среднего Урала под влиянием осушения // Гидролесомелиорация и ведение лесного хозяйства на осушенных землях: Информ. матер. - СПб.: НИИЛХ, 1993. - С. 32-34. [18]. Чиндяев А.С., Иматов А.Р., Матвеева М.А. Лесоводственно-мелиоративная характеристика лесоболотного стационара «Мостовое» // Опытное лесохозяйственное предприятие Уральской лесотехнической академии. - Екатеринбург: УГЛТА, 1995. - С. 67-80. [19]. Heikurainen Z., Seppälä K. Regionality in stand increment and its dependence on the temperature factor on drained swamps. - Helsinki, 1996. - 14 s. (Acta forestalia Fennica, 78.4).

УДК 630*23:630*6

В.М. СОЛОВЬЕВ

Соловьев Виктор Михайлович родился в 1933 г., окончил в 1956 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 110 печатных трудов в области изучения закономерностей роста и дифференциации деревьев, строения, формирования, продуктивности и рационального использования лесов Урала и прилегающих к нему территорий.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВОСТОЕВ

Дано представление о дифференциации деревьев как основе изучения и разделения древостоев в однородных лесорастительных условиях по типам строения и формирования.

The concept of trees differentiation as the basis for studying and separating tree stands in the uniform forest growing conditions by types of their structure and formation has been presented.

С развитием генетического [1] и динамического [2] принципов в лесной типологии стали применять классификационные признаки, наиболее отвечающие природе формирующегося леса. Если раньше еще обсуждался вопрос о том, что должно быть положено в основу выделения типов – условия местопроизрастания или внутренние свойства насаждений [3, 4, 14], то теперь необходимость использования тех и других в сочетании уже ни у кого не вызывает сомнений. Однако до сих пор не изучен ведущий эколого-биологический процесс роста и дифференциации древесных растений при совместном их произрастании, определяющий особенности развития древостоя, а также других компонентов лесного биогеоценоза. Такое положение отчасти можно объяснить тем, что в прошлом типы леса оценивались в статике, а при составлении таблиц хода роста особенности дифференциации деревьев

вуалировались обобщением массовых материалов, собранных и обработанных обычно для подтверждения единства строения древостоев [15] или всеобщих закономерностей роста [16]. Между тем еще в начале текущего столетия П.П. Серебренников [5] писал, что научную классификацию типов насаждений необходимо разрабатывать с учетом процессов роста и дифференциации деревьев на всех этапах жизни насаждения. Такая постановка вопроса уже в то время не противоречила учению ни о растительных сообществах В.Н. Сукачева [14], ни о типах насаждений Г.Ф. Морозова [3], который совокупное действие всех выделенных им лесообразователей видел в проявлениях:

- характера взаимоотношений между древесными породами, в частности энергии борьбы за существование;
- глубины изменения данным сообществом занятой им среды;
- степени приспособления организмов, составляющих сообщество, друг к другу и условиям среды;
- напряжения и интенсивности происходящего в сообществе естественного отбора.

Все эти факторы так или иначе тесно связаны со свойствами и состоянием деревьев как макропродуцентов, особенностями их роста и дифференциации, а поэтому сам процесс или его результаты с полным основанием могут быть использованы в качестве классификационного признака древостоев, насаждений и типов леса.

Исследования динамики молодых сосняков Урала и прилегающих к нему территорий, выполненные нами за последние 35 лет, позволили развить представления о дифференциации деревьев и выделить в однородных лесорастительных условиях типы строения и формирования древостоев [6-13].

Под дифференциацией деревьев мы понимаем появление и трансформацию различий в значениях признаков при совместном произрастании. С повышением возраста древесных растений их дифференциация может усиливаться, снижаться или на какое-то время прекращаться. Ее нужно подразделять на индивидуальную (между растениями по какому-либо одному признаку) и эндогенную (внутри организма по одному признаку разных органов или одного органа по разным признакам).

Характер и степень дифференциации в значительной мере предопределяются исходными различиями в качестве семян, свойствах и размерах растений, условиях микросреды. Размеры особой существенно зависят от их возраста или времени появления. С учетом сказанного при изучении и проведении рубок ухода в однородных лесорастительных условиях молодяки необходимо подразделять по происхождению и первоначальной структуре. Для выражения и оценки дифференциации можно использовать ряды и характеристики распределения, относительные значения признаков по рангам и классы роста, коэффициенты изменчивости, соотношения показателей.

Единовременные наблюдения чаще всего позволяют оценить не процесс дифференциации, а его результаты, для анализа которых одно-

временно в научных и практических целях предпочтение следует отдавать методу классов роста. Для этого нами разработана всеобщая и динамическая классификация деревьев по относительному положению [8].

При разделении на классы деревья соотносятся с ближайшими и всеми остальными. Положение каждого из них определяется по отношению к деревьям I класса – лучшим по росту и качеству в верхнем пологе, которые намечаются в биогруппах, а в древостоях с более или менее равномерным распределением деревьев по площади – исходя из принципа оптимальности их пространственного размещения. По размерам и перспективам дальнейшего свободного роста они могут подразделяться на группы А, Б, В и Г. Ко II, III и IV классам относятся деревья с вершинами, расположенными соответственно в пределах (на уровне) верхней, средней и нижней частей крон деревьев I класса. Деревья II, III, а при необходимости и IV классов по положению вершин и состоянию крон подразделяются на три подкласса: а – с вершинами в кронах; б – с открытыми для верхнего освещения вершинами и кронами, сжатыми с одной или нескольких сторон; в – относительно свободно растущие. Деревья с вершинами, находящимися под пологом деревьев I-III классов, следует относить к V классу. По степени жизнеспособности деревья каждого класса и подкласса подразделяют на жизнеспособные (ж), сомнительные (с), отмирающие (о) и мертвые (м), а по хозяйственным признакам на лучшие, вспомогательные (полезные) и подлежащие рубке.

Классификация может быть использована в различных по составу, возрасту, густоте, возрастной структуре и происхождению древостоях. Она применима к разным по размерам и пространственному размещению деревьев участкам леса и биогруппам. С ее помощью наиболее полно выражаются особенности структуры древостоев в статике и динамике, легко устанавливаются показатели рубок ухода и осуществляется контроль качества их выполнения.

Соотношение в показателях и представленности деревьев разных классов объективно отражает особенности структуры древостоев и результаты дифференциации деревьев, что позволяет использовать классификацию для изучения и выделения типов строения и формирования древостоев.

Тип формирования – это объединение в однородных лесорастительных условиях участков леса с древостоями, возникшими при одинаковом характере возобновления леса и сходными по строению и динамике. Тип строения древостоя определяется типом его исходного и меняющегося с возрастом строения, которое вместе с особенностями роста и дифференциации деревьев характеризует тип формирования.

Дальнейшее совершенствование способов изучения, учета и направленного выращивания леса немыслимо без учета многообразия структур и направлений развития древостоев. От типа формирования зависят показатели рубок ухода – начало и повторяемость, интенсив-

ность и метод ухода. Научное значение этих типов заключается в расширении возможностей познания путей восстановительной динамики типа леса и разработке более конкретных его диагностических признаков. Законченный лесообразовательный цикл может быть представлен в виде следующей схемы: исходный тип леса, тип вырубki и его вариант — тип возобновления и формирования древостоя — сложившийся тип леса.

Типы строения и формирования древостоев нужно рассматривать в качестве основных динамически и пространственно однородных расчетно-хозяйственных единиц. Древостои одного типа в одинаковом возрасте имеют сходное строение, что позволяет группировать пространственно разобщенные таксационные участки с такими древостоями для назначения однородных хозяйственных мероприятий. Объединением таких группировок (этапы, фрагменты) динамики в один возрастной естественный ряд завершается образование хозяйственной единицы — типа формирования.

Типы древостоев нужно выявлять при таксации лесного и лесосечного фондов. Описания древостоев должны содержать более подробную информацию о полноте отражения особенностей их происхождения и строения, позволяющую облегчить выделение типов формирования и выполнение хозяйственных расчетов. Особое внимание следует обратить на точность и дробность таксации молодняков, поскольку в этот период устанавливают исходный тип строения древостоев. В дальнейшем при очередном лесоустройстве необходимо повторить описание в границах этого же таксационного участка, что позволит изучить тип формирования древостоев.

Таблицы хода роста целесообразно постепенно заменять таблицами типов формирования (динамики) древостоев. В них, наряду с общепринятыми показателями, должны быть представлены процессы дифференциации и отпада деревьев, динамика строения и продуктивности древостоев.

При организации рубок ухода по типам формирования на отводимой территории нужно закладывать линейные пробные площади с разделением их на таксационные участки по типам строения древостоев.

На каждом участке должны иллюстрироваться техника качественного выполнения и устанавливаться показатели рубок ухода за лесом. Организации хозяйства по типам леса и типам формирования древостоев в наибольшей степени соответствует участковый метод лесоустройства. При выделении типов древостоев хозяйственной единицей всех расчетов и назначений по рубке, воспроизводству и формированию насаждений может быть не только закрепленный на месте конкретный участок, но и территориально разобщенная их группа с древостоями одного возраста и строения. Проектные решения необходимы для всей группы выделов, представляющих возрастной этап динамики древостоев определенного типа, и для типа формирования в целом. Соот-

ветственно и при всех последующих группировках, выполняемых для учета лесного фонда и других целей, должны приниматься во внимание типы строения и формирования.

При участковом методе лесоустройства необходимость в образовании хозсекций отпадает. Но в целях систематизации участки могут быть объединены в лесопарковой хозчасти по группам ландшафтов, в защитной – по категориям защитности. Отличаясь эстетическими и санитарно-гигиеническими свойствами, типы строения и формирования могут составить надежную естественную основу таких группировок. Однако и при методе классов возраста необходимо стремиться к большей индивидуализации учета и хозяйственных мероприятий на выделах с древостоями различной структуры.

Результаты выполненной работы позволяют утверждать, что дальнейшее развитие учения о лесе невозможно без знания особенностей образования и формирования древостоев в однородных лесорастительных условиях. Необходимо выявить типичные естественные группировки молодых древесных растений различного строения, исследовать закономерности их роста и дифференциации для разделения по типам формирования.

С научной и практической точек зрения универсальным способом закрепления результатов дифференциации деревьев следует считать применение их всеобщей и динамической классификации по относительному положению. Она позволяет выявлять особенности строения древостоев и дифференциации деревьев, а также объективно устанавливать все показатели и контролировать качество рубок ухода в зависимости от их целевого назначения.

Глубокие исследования роста и дифференциации древесных растений и выделение на их основе типов формирования древостоев как возможных вариантов восстановительной динамики типа леса, разработка по типам строения и формирования способов учета леса, принципов, показателей и программ рубок ухода, использование этих типов для развития участкового метода лесоустройства – реальные направления дальнейшего повышения научного уровня лесохозяйственного производства и более рационального использования лесных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. Дальневосточн. ФАН СССР. - 1956. - Т.2. - 263 с. [2]. Мелехов И.С. Динамическая типология леса // Лесн. хоз-во. - 1968. - № 3. - С. 15-20. [3]. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. - М.; Л.: Госиздат, 1930. - 440 с. [4]. Погребняк П.С. Общее лесоводство. - М.: Сельхозиздат, 1963. - 440 с. [5]. Серебrenников П.П. Типы насаждений Вершинской лесной дачи // Лесн. журн. - 1904. - Вып. 1-2. - С. 60-93; 341-380. [6]. Соловьев В.М. Планирование при лесоустройстве рубок ухода в смешанных молодняках с учетом типов их формирования // Вопросы совершенствования организации лесного хозяйства Сибири и Дальнего Востока. - Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1966. - С. 124-129. [7]. Соловьев В.М. Типы формирования древостоев как элементы динамики

пригородных ландшафтов // Проблемы организации и ведения лесного и лесопаркового хозяйства в пригородных зонах. - Свердловск: УЛТИ, 1981. - С. 98-100. [8]. Соловьев В.М. Всеобщая и динамическая классификация деревьев по относительному положению // Информ. листок № 730-82. - Свердловск, 1982. - 4 с. [9]. Соловьев В.М. Дифференциация древесных растений и строение молодых древостоев // Совершенствование методов наземной и аэрокосмической таксации и устройства лесов. - Свердловск: УПИ, 1983. - С. 29-30. [10]. Соловьев В.М. Значение особенностей роста и формирования древостоев в изучении динамики типов леса // Лесн. журн. - 1984. - № 4. - С. 14-18. - (Изв. высш. учеб. заведений). [11]. Соловьев В.М. Исследование закономерностей дифференциации деревьев и строения молодых древостоев (на примере сосновых молодняков Урала и Зауралья) // Закономерности роста и производительности древостоев. - Каунас: ЛитСХА, 1985. - С. 133-135. [12]. Соловьев В.М. Принципы выделения и пути практического использования типов формирования древостоев // Проблемы использования типов леса в лесном хозяйстве и лесоустройстве. - Свердловск: Ин-т экологии растений и животных УНЦ АН СССР, 1986. - С. 69-72. [13]. Соловьев В.М., Дружинин Н.А., Данилов М.А. Рост и строение молодых сосняков на осушенных залежах Среднего Урала // Лесн. журн. - 1978. - № 6. - С. 29 - 33. - (Изв. высш. учеб. заведений). [14]. Сукачев В.Н. О терминологии в учении о растительных сообществах // Журн. Русск. ботан. общества. - 1918. - Т. 2, № 1-2 (1917). - С. 1-19. [15]. Третьяков Н.В. Закон единства в строении насаждений. - М.; Л.: Новая деревня, 1927. - 113 с. [16]. Тюрин А.В. Нормальная производительность насаждений (Всеобщие таблицы хода роста). - М.; Л.: Сельхозиздат, 1930. - 190 с.

УДК 630*231

С.В. ЗАЛЕСОВ, Е.П. ПЛАТОНОВ, К.И. ЛОПАТИН, Г.А. ГОДОВАЛОВ

Залесов Сергей Вениаминович родился в 1953 г., окончил в 1981 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесоводства Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 110 печатных работ в области повышения продуктивности сосновых лесов Урала путем оптимизации лесохозяйственных мероприятий.





Платонов Евгений Петрович родился в 1960 г., окончил в 1986 г. Уральский лесотехнический институт, главный лесничий Мегионского лесхоза Ханты-Мансийского управления лесами. Имеет 3 печатные работы в области лесовосстановления на не покрытых лесами площадях Тюменского Севера.



Лопатин Константин Иванович родился в 1967 г., окончил в 1991 г. Уральский лесотехнический институт, начальник экологической службы г. Мегион Тюменской области, аспирант кафедры лесоводства Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 5 печатных работ по исследованию путей повышения продуктивности кедровых насаждений в условиях Тюменского Севера.



Годовалов Геннадий Александрович родился в 1952 г., окончил в 1974 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 47 печатных работ в области применения минеральных удобрений в лесном хозяйстве.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ НА ВЫРУБКАХ ТЮМЕНСКОГО СЕВЕРА

Проанализировано состояние естественного возобновления на вырубках 3-5-летней давности в различных типах леса. Показана возможность значительного сокращения лесокультурных работ за счет использования потенциальных возможностей естественного лесовосстановления.

The condition of natural reforestation in 3-5 year old cutting areas of different types of forest has been analysed. The possibility of significant silvicultural works' reduction by using potentialities of natural reforestation has been revealed.

Интенсивное освоение лесных ресурсов Тюменского Севера требует от работников лесного хозяйства оперативного решения проблемы последующего лесовосстановления на вырубках. Для европейской части страны эта проблема в значительной мере решается путем создания лесных культур хозяйственно ценными породами. Увеличиваются площади искусственных насаждений и на Тюменском Севере. Однако слабое транспортное освоение территории и недостаток рабочей силы исключают возможность создания и последующего ухода за лесными культурами на значительных площадях.

Другими, более доступными и дешевыми, способами лесовосстановления являются содействие естественному возобновлению и естественное зарастание вырубок. К сожалению, слабая изученность вопросов сохранения подроста предварительной и накопления подроста последующей генерации, в частности, и процессов естественного лесовосстановления в целом часто приводит к увеличению периода лесовосстановления или заболачиванию вырубок, смене пород, а также неоправданным затратам средств на создание лесных культур в условиях, где при соблюдении технологии лесозаготовок для успешного лесовосстановления вырубок достаточно было простейших мер содействия естественному возобновлению.

В качестве основного объекта исследований нами выбраны вырубки 3-5-летней давности Мегионского лесхоза Тюменской области. Территория этого предприятия расположена в бассейне нижнего течения р. Куль-Еган – левого притока р. Оби. В соответствии со схемой лесорастительного районирования Г.В. Крылова [1] она относится к Ляминско-Аганскому сосновому округу зоны северной тайги.

По климатическим условиям территория предприятия относится к континентальной зоне, избыточно увлажненной вследствие малой испаряемости влаги и слабой дренированности почв. Среднегодовое количество осадков 494 мм. Продолжительность вегетационного периода 131 дн. при среднегодовой температуре воздуха – 3 °С. Отмечены случаи понижения температуры воздуха в зимнее время до – 55 °С. Для района исследований характерен возврат холодов и ранние осенние заморозки. Безморозный период в среднем составляет 92 дн., сокращаясь в отдельные годы до 72 дн. В весенний, зимний и осенний периоды преобладают юго-западные и южные ветры, а в летний – северные и северо-западные.

Территория района исследований – плоская заболоченная низменность с множеством озер и заболоченная повышенная равнина. Преобладают свежие легкие суглинки, супеси и боровые пески, расположенные на гривах, а также по берегам рек в надпойменных террасах. На таких почвах растут в основном сосновые насаждения с незначительной примесью других пород.

В последние годы в связи с интенсивным освоением лесов наблюдается резкое увеличение площади необлесившихся вырубок. Особенно интенсивно вовлекаются в эксплуатацию сосняки лишайниковые и мшисто-ягодниковые, на долю которых приходится соответственно

32 и 23 % покрытой лесом площади; 12 % территории занимают насаждения травяно-болотной группы типов леса, наиболее разнообразные по составу древесных пород, чем другие группы.

Исследования выполнены в четырех наиболее представленных типах сосновых лесов: лишайниковом, мшисто-ягодниковом, разнотравном и осоково-сфагновом. Всего обследовано 36 вырубок площадью от 7 до 26 га. На всех этих рубках древесину заготавливали по традиционной технологии. Для установления влияния сезона заготовки на характер последующего возобновления в условиях лишайникового, мшисто-ягодникового и разнотравного типов леса было подобрано по пять вырубок, на которых заготавливали древесину в зимний и летний периоды поровну. Все шесть вырубок сосняка осоково-сфагнового пройдены рубкой в зимнее время.

Источниками обсеменения, помимо граничащих с рубками древостоев, служили сохранившиеся после рубки тонкомерные деревья сосны в количестве 10 ... 30 шт./га. Распределение их по площади вырубок носило случайный характер.

На каждой из обследованных вырубок для определения количества подроста было заложено 24 ... 25 учетных площадок размером 2 × 2 м, равномерно размещенных по площади.

Анализ полученных материалов показал, что общее количество подроста и его видовой состав в значительной мере определяются типами леса (табл. 1).

Таблица 1

Распределение подроста по типам леса и породам
на рубках 3-5-летней давности (здесь и далее числитель – тыс. шт./га,
знаменатель – %)

Тип леса	Хвойный подрост				Лиственный подрост			Всего
	Сосна	Кедр	Ель	Итого	Береза	Осина	Итого	
Лишайниковый	22,79	0,01		22,80	3,86	0,03	3,71	26,51
	99,96	0,04	0	100	99,68	0,86	100	100
Мшисто-ягодниковый	32,13	0,03		32,16	0,20	0,03	0,23	32,38
	99,92	0,08	0	100	88,89	11,11	100	100
Разнотравный	13,77		0,04	13,81	57,76	11,63	69,38	83,19
	99,73	0	0,17	100	83,25	16,75	100	100
Осоково-сфагновый	7,60			7,60	71,70		71,70	79,30
	100	0	0	100	100	0	100	100

Процессы естественного лесовосстановления наиболее интенсивно протекают в условиях сосняка разнотравного, где спустя 3 ... 5 лет после рубки густота подроста разных пород составляет 83, 2 тыс.шт./га. Второе место занимает сосняк осоково-сфагновый (71,7 тыс.шт./га). Значительно меньше подроста в сосняках мшисто-ягодниковом и лишайниковом (32,2 и 22,8 тыс.шт./га). Однако общее его количество не позволяет дать качественную оценку лесовосстановления. С хозяйственной точки зрения важно знать долю хвойного подроста. Как видно из табл. 1, на рубках сосняка мшисто-

ягодникового и лишайникового густота хвойного подроста составляет соответственно 99,3 и 86,0 % (33,2 и 22,8 тыс.шт./ га). В условиях сосняков разнотравного и осоково-сфагнового спустя 3 ... 5 лет после рубки его доля снизилась до 16,6 и 9,6 % при достаточно большой густоте (13,8 и 7,6 тыс.шт./ га).

Хвойный подрост на 99,7 ... 100,0 % представлен сосной. На вырубках сосняков мшисто-ягодникового и лишайникового имеется незначительное количество подроста кедра сибирского, а сосняка разнотравного – ели. Однако данные породы не оказывают существенного влияния на процесс лесовосстановления вырубок в первые годы после рубки.

При ориентации на естественное лесовосстановление особое внимание следует обратить на распределение подроста по категориям благонадежности. Наши исследования показали, что из общего количества соснового подроста на долю благонадежного приходится 75,3 ... 93,4 % (табл. 2).

Таблица 2

**Распределение соснового подроста
по категориям благонадежности и типам леса**

Тип леса	Качественный состав подроста			Итого
	Благонадежный	Неблагонадежный	Сомнительный	
Лишайниковый	18,61	1,95	2,22	22,79
	81,66	8,56	9,78	100
Мшисто-ягодниковый	24,20	4,60	3,33	32,13
	75,33	14,32	10,35	100
Разнотравный	12,10	0,68	1,00	13,78
	87,84	4,90	7,26	100
Осоково-сфагновый	7,10	0,30	0,20	7,60
	93,42	3,95	2,63	100

Доля неблагонадежного подроста не превышала 14,3 %. Абсолютное преобладание благонадежного соснового подроста является еще одним свидетельством целесообразности ориентации лесохозяйственного производства на естественное лесовосстановление. Если учесть, что из-за недостатка техники по созданию лесных культур и уходу за ними в условиях захламленных, переувлажненных вырубках, суровости климата, отсутствия систематических уходов даже в условиях Европейского Севера гибнет более половины создаваемых культур [2, 3], то становится понятной необходимость замены лесных культур воздействием естественному возобновлению на сплошных вырубках.

На всех обследованных вырубках, кроме сосняка осоково-сфагнового, благонадежный подрост был равномерно размещен по площади. Его доля в разных типах леса составила: сосняк мшисто-ягодниковый – 97,0; лишайниковый – 90,7; разнотравный – 72,5 и осоково-сфагновый – 60 %. Согласно данным табл. 2 наибольшая густота

благонадежного соснового подроста, равномерно распределенного по площади, наблюдается на вырубках сосняка мшисто-ягодникового.

Для оценки перспективности сохранения подроста предварительной генерации при лесозаготовках нами было выполнено распределение благонадежного соснового подроста по группам возраста (табл. 3).

Таблица 3

**Распределение благонадежного соснового подроста
по группам возраста и типам леса**

Тип леса	Возраст подроста, лет				Итого
	<2	2...5	5...10	10...15	
Лишайниковый	0,90	5,78	12,19	3,08	21,95
	4,08	26,33	55,56	14,04	100
Мшисто-ягодниковый	1,05	9,31	17,15	1,68	29,19
	3,58	31,91	58,75	5,76	100
Разнотравный	3,01	4,47	5,94	0,18	13,60
	22,14	32,89	43,70	1,27	100
Осоково-сфагновый	0	1,36	6,04	0	7,40
		18,42	81,58	0	100

Анализ материалов табл. 3 показывает, что на долю подроста предварительной генерации приходится 45,0 ... 81,6 % общего количества подроста. Особенно велика его доля на вырубках сосняка осоково-сфагнового (81,6 %), что объясняется крайне неблагоприятными условиями формирования подроста последующей генерации и подтверждается практически полным отсутствием всходов в возрасте до 2 лет. Иными словами, при ориентации на выращивание хозяйственно ценных пород на вырубках сосняка осоково-сфагнового следует практиковать лесные культуры или сохранение имеющегося подроста предварительной генерации.

Таблица 4

**Распределение благонадежного соснового подроста
по группам высот и типам леса**

Тип леса	Высота подроста, м			Всего
	<0,5	0,5...1,5	>1,5	
Лишайниковый	15,57	4,65	1,73	21,95
	70,78	21,19	8,03	100
Мшисто-ягодниковый	24,50	3,86	0,83	29,19
	83,95	13,23	2,82	100
Разнотравный	12,69	0,82	0,10	13,60
	93,36	5,99	0,65	100
Осоково-сфагновый	5,16	1,16	0,58	7,40
	69,74	22,37	7,89	100

Во всех исследуемых типах леса процесс накопления хвойного подроста через 3 ... 5 лет после рубки главного пользования оказался незаконченным. Несмотря на конкуренцию травяно-кустарничкового яруса и деревьев лиственных пород, даже на вырубках сосняка разнотравного густота подроста последующей генерации составила 7,48 тыс.шт./га. Максимум подроста характерен для вырубок сосняка мшисто-ягодникового.

Краткость вегетационного периода и ряд других климатических факторов обуславливают медленный рост соснового подроста по высоте. Спустя 3 ... 5 лет после рубки 69,7 ... 93,4 % общего количества благонадежного подроста имело высоту до 0,5 м (табл. 4). Особенно велика доля мелкого подроста на вырубках сосняка разнотравного, что объясняется прежде всего угнетающим воздействием лиственных пород и травяно-кустарничкового покрова. В условиях сосняков лишайникового и осоково-сфагнового доля крупного подроста (более 1,5 м) составила соответственно 8,03 и 7,89 %. Однако если в сосняке лишайниковом доля крупного подроста была выше за счет больших, по сравнению с другими типами леса, приростов по высоте, то в условиях сосняка осоково-сфагнового – за счет большего возраста имеющегося подроста. Сравнение данных о количестве благонадежного подроста на вырубках различных типов леса со шкалой оценки естественного возобновления, предложенной для лесов Западной Сибири Г.В. Крыловым [1], показывает отличное возобновление на вырубках сосняков мшисто-ягодниковых и лишайниковых. Сосняк разнотравный оценивается удовлетворительным, а осоково-сфагновый – слабым возобновлением сосны.

По материалам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Строгое соблюдение технологии лесозаготовок при проведении сплошнолесосечных рубок в условиях сосняков мшисто-ягодникового и лишайникового позволяет обеспечить успешное естественное лесовозобновление вырубок в течение 3 ... 5 лет хозяйственно ценными породами без проведения лесокультурных работ.

2. Ориентация на создание лесных культур на вырубках сосняка разнотравного также не оправдана, так как они успешно могут быть заменены в молодняках интенсивными рубками ухода.

3. В первые 3 ... 5 лет после рубок главного пользования происходит интенсивное накопление подроста сосны во всех исследованных типах леса кроме сосняка осоково-сфагнового.

4. Лесовосстановление вырубок сосняка осоково-сфагнового хозяйственно ценными породами возможно только при наличии достаточного количества подроста предварительной генерации и условия его сохранения при лесозаготовках или создания лесных культур. Последние должны сопровождаться систематическими агротехническими уходами и рубками ухода высокой интенсивности в молодняках.

5. С учетом типа леса при проектировании лесовосстановления вырубок можно значительно сократить объем лесокультурных работ,

исключив их на вырубках мшисто-ягодникового, лишайникового и разнотравного типов леса и улучшив в тех типах леса, где содействие естественному возобновлению не позволяет формировать хозяйственно ценные хвойные насаждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Крылов Г.В. Леса Западной Сибири. - М.: АН СССР, 1961. - 256 с. [2]. Ларин В.Б., Паутов Ю.А. Лесовозобновление в Коми АССР // Лесн. хоз-во. - 1980. - № 4. - С. 38-39. [3]. Ларин В.Б., Паутов Ю.А. Формирование хвойных молодняков на вырубках северо-востока европейской части СССР. - Л.: Наука, 1989. - 144 с.

УДК 630*425

С.А. ШАВНИН, В.А. КАЛИНИН, В.А. СВЕШНИКОВ, Е.И. БОЙКОВА



Шавнин Сергей Александрович родился в 1952 г., окончил в 1974 г. Томский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры прикладной физики и биофизики Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 70 печатных работ в области биофизики растений, экологического мониторинга.



Бойкова Елена Ивановна родилась в 1947 г., окончила в 1970 г. Уральский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной физики и биофизики Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 22 печатные работы в области биофизики, физики твердого тела.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ В ЗОНЕ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ РЕВДИНСКО-ПЕРВОУРАЛЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

Приведены результаты исследований прироста, высоты, диаметра, импеданса прикамбиального комплекса ствола и содержания хлорофиллов в хвое искусственных молодняков сосны обыкновенной в зоне промышленных загрязнений.

Results of the investigations into young growth, height, diameter, impedance of near-cambium stem complex and chlorophyll content in the needles of common pine young plantations in the zone of industrial pollutions have been presented.

Одной из актуальных задач экологического мониторинга лесов и систем ведения лесного хозяйства является выполнение рекреационных лесохозяйственных мероприятий на лесопокрытых площадях, подверженных интенсивному промышленному загрязнению. Решение этой проблемы связано, в первую очередь, с картированием древостоев по степени их поражения. Например, оценивается степень поражения древостоев по неформализованным балльным шкалам на основании одного или нескольких внешних признаков [2]. Данный подход наиболее эффективен при учете розы ветров, концентрации загрязняющих веществ в снеговой воде и осадках либо расчетных концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха [4]. Другой, более формализованный, подход заключается в определении индекса деградации биогеоценоза [13]. Методика проведения мониторинга лесов [8] основана преимущественно на глазомерном определении степени дефолиации и формы кроны деревьев и, к сожалению, не содержит конкретных способов сочетания физиолого-биофизических и морфологических характеристик деревьев при детальном исследовании на постоянных пробных площадях.

Использование физиологических методов перспективно для диагностики состояния древостоев как на ранних, так и более поздних стадиях повреждения. Ключевыми вопросами при этом являются быстрота получения и совмещение данных с конкретными количественными таксационно-лесоводственными характеристиками. Принципиальная возможность комплексной диагностики состояния показана ранее [10]. Цель настоящего исследования заключается в дальнейшей отработке этого подхода при проведении более масштабного мониторинга лесонасаждений.

Комплексные лесоводственно-физиологические исследования состояния древостоев сосновых молодняков проводили в течение 1989-1990 гг. в зоне атмосферных загрязнений Ревдинско-Первоуральского

Таблица 1

**Выбросы СУМЗ основных загрязняющих веществ, т/год
(по данным заводской лаборатории)**

Вещество	1986	1987	1988	1989	1990
Мышьяк	908,3	639,5	639,4	639,1	619,9
Свинец	753,8	564,8	564,8	563,6	546,7
Медь	...	2617,9	2617,1	2610,3	2531,8
Цинк	...	1769,1	1769,0	1753,9	1701,4
Фтористый водород	1295,1	1241,8	1201,2	1015,5	1015,4
Оксиды серы	140 625,8	139 325,6	137 645,4	134 088,8	130 827,4
Оксиды азота	470,4	485,1	485,0	478,1	477,1
Пыль неорганическая	20 910,6	16 081,1	16 109,5	16 085,8	15 697,9

промышленного узла, на территории которого расположен ряд крупных промышленных предприятий – Средуралмедьзавод (СУМЗ), Первоуральские хромпиковый и динасовый заводы и др. Доминирующим источником атмосферного загрязнения в этом районе является постоянно действующий на протяжении более 50 лет СУМЗ, характеристика выбросов которого приведена в табл. 1.

Исследования проводили в искусственных молодняках сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), созданных преимущественно в 1954-1955 и 1965-1968 гг. в ягодниковом и травяном типах леса. У 30-летних древостоев в зависимости от зоны поражения высота деревьев варьирует в пределах 4,2 ... 14,7 м, диаметр – 4,9 ... 13,4 см, а у 20-летних соответственно 5,1 ... 12,3 м и 4,3 ... 12,3 см. Сосняки, за исключением расположенных в зоне сильного поражения, имеют сомкнутость полога не менее 0,7, бонитет не ниже II класса, примесь других пород (главным образом березы) не более двух единиц состава. В насаждениях подбирали наиболее характерные участки, закладывали пробные площади (ПП) прямоугольной формы из расчета, чтобы на каждой было не менее 200 деревьев сосны. После сплошного перечета определяли средний диаметр деревьев сосны. Далее, в целях уменьшения варьирования данных физиологических измерений, отбирали 40 ... 50 деревьев с диаметром, близким к среднему (40-60-й ранги). У них измеряли диаметр на высоте 1,3 м, радиальный прирост за последние 5 лет и низкочастотное электросопротивление (импеданс) прикамбиального комплекса ствола [10]. У 5 деревьев собирали образцы хвои предыдущего года формирования из средней части кроны и в пластиковых мешках в увлажненном состоянии доставляли в лабораторию, где в тот же день спектрометрически определяли общее содержание хлорофилла [9]. Высоту, осевой и радиальный годичный прирост на каждой ПП измеряли по методу среднего дерева на 1-2 моделях [11].

Всего обследовано 35 ПП, расположенных на расстоянии 3 ... 35 км от СУМЗа. В статье приведены результаты исследований девятнадцати из них (табл. 2). Для древостоев одного возраста в качестве контроля использовано по одной ПП вне зоны влияния атмосферных загрязнений (ПП 57 для 20-летних и ПП 27 для 30-летних). Ввиду того, что лесные культуры создавали в разные годы, возраст древостоев варьирует от 17 до 37 лет, что значительно сказывается на значениях высоты и диаметра деревьев и не позволяет их использовать непосредственно при оценке состояния. Поэтому применяли приведенные к 20- и 30-летнему возрасту величины (высота и диаметр), которые вычисляли по формуле

$$a_{\text{пр}} = a + n\Delta a, \quad (1)$$

где $a_{\text{пр}}$ – приведенная величина;

a – фактическая измеренная величина;

Δa – среднегодовой прирост за последние 5 лет;

$n = 20 - N$ для возрастной группы 20 ± 5 лет и $n = 30 - N$ для возрастной группы 30 ± 5 лет (N – фактический возраст дерева).

Таблица 2

Описание сосновых лесонасаждений

№ ПП	Расстояние до СУМЗ, км	Направление от СУМЗ	Тип леса	Возраст, лет
45	3,5	В	Е-С.трав	32
50	4	»	С.яг	24
47	4	»	»	33
51	5	»	»	34
42	5,5	»	Е-С.яг	32
53	5,5	С-З	С.яг	19
18	5,5	Ю-В	Е-С.яг	37
30	6	С-З	С.яг	24
19	8	С-В	»	22
20	8	С	С.трав	32
21	9	С-В	Е-С.яг	17
38	9	»	»	25
54	9,5	Ю-З	Е-С.трав	23
12	10,5	Ю-В	С.яг	35
13	14	»	Е-С.яг	36
39	15	В	С.трав	28
57	21	Ю-З	Е-С.трав	23
29	30	В	С.яг	22
27	35	»	»	35

Примечание. С.яг – сосняк ягодниковый; С.трав – сосняк травяной; Е-С.яг – ельник-сосняк ягодниковый; Е-С.трав – ельник-сосняк травяной.

Для комплексной лесоводственно-физиологической оценки состояния деревьев рассчитывали обобщенный показатель состояния (ОПС) как средний геометрический для каждой отдельной характеристики древостоя. В свою очередь, показатели состояния (ПС) вычисляли с помощью функции желательности Харрингтона [1], позволяющей частично учитывать нелинейность зависимости эффект-доза, по модифицированной формуле

$$d_i = 100 \exp[-\exp(-y'_i + 2)], \quad (2)$$

где d_i – значение показателя состояния;

y'_i – кодированное значение измеренной характеристики i .

Величину y'_i рассчитывали по формуле

$$y'_i = A_0 + A_1 y_n, \quad (3)$$

где y_n – численное значение измеренной характеристики;

A_0, A_1 – постоянные,

$$A_0 = 2.75 \pm \frac{0,75 y_k}{t S}; \quad (4)$$

$$A_1 = \pm \frac{0,75}{t S}, \quad (5)$$

где S – среднее квадратичное отклонение измеренной характеристики y_k на контрольном объекте;

t – нормированное отклонение, величина которого задается в зависимости от значимости характеристики.

В целях уменьшения субъективности в выборе t худшим значениям y_n на ПП с плохим состоянием древостоев присваивали величину ПС = 20 баллов и t рассчитывали по формуле

$$t = \frac{0,75(y_k - y_n)}{1,226 S}. \quad (6)$$

Если y_n уменьшается под действием загрязнений, то в формуле (3) используют знак минус, а в формуле (4) – плюс. При увеличении y_n с ухудшением состояния знаки меняются на противоположные. Подробное обоснование выбора уравнений кодирования и расчета коэффициентов приведено в работе [10]. При ОПС более 50 баллов состояние оценивали как хорошее, 37 ... 50 – удовлетворительное, 20 ... 37 – плохое. Результаты измерений обрабатывали статистически.

Результаты измерений морфометрических и физиологических характеристик древостоев на ПП приведены в табл. 3. Анализ данных показывает, что с приближением к основному источнику загрязнений уменьшается средний диаметр, высота и радиальный прирост, а также увеличивается импеданс камбиального комплекса ствола (табл. 3), что свидетельствует о подавлении ростовых процессов, сопровождающемся уменьшением камбиальной активности, интенсивности ионного обмена и толщины проводящих тканей [5-7].

Таблица 3

Диагностические характеристики сосновых лесонасаждений ($\bar{X} \pm S$)

№ ПП	Приведенная высота, м	Приведенный диаметр, см	Радиальный прирост за 5 лет, мм	Прирост по высоте за 5 лет, м	Содержание хлорофилла, мг/г сухой массы	Импеданс прикамбиального комплекса, кОм
45	9,3 ± 1,1	13,0 ± 3,1	4,0 ± 2,4	1,3 ± 0,5	2,324 ± 0,424	16,4 ± 3,6
50	5,5 ± 0,6	5,7 ± 0,7	4,3 ± 1,7	0,9 ± 0,3	2,565 ± 0,387	19,5 ± 3,4
47	12,7 ± 1,5	10,8 ± 1,0	3,1 ± 1,5	0,8 ± 0,4	3,778 ± 0,355	20,5 ± 4,1
51	13,2 ± 2,5	11,3 ± 0,9	3,6 ± 1,3	1,4 ± 0,5	3,635 ± 0,360	19,5 ± 3,6
42	10,3 ± 1,7	11,4 ± 0,9	4,9 ± 1,5	1,4 ± 0,3	3,830 ± 0,104	15,4 ± 2,2
53	5,9 ± 0,5	4,4 ± 0,5	2,0 ± 0,8	1,5 ± 0,2	3,510 ± 0,247	25,3 ± 4,1
18	11,6 ± 1,5	11,7 ± 1,2	3,4 ± 1,6	1,5 ± 0,2	3,864 ± 0,149	19,8 ± 3,4
30	4,9 ± 0,6	3,7 ± 0,3	4,4 ± 1,1	1,5 ± 0,4	...	22,8 ± 4,1
19	6,6 ± 0,6	5,1 ± 0,5	3,4 ± 1,6	1,8 ± 0,3	3,637 ± 0,113	21,6 ± 3,4
20	10,9 ± 1,8	10,9 ± 0,9	7,0 ± 2,3	1,9 ± 0,3	...	14,2 ± 2,2
21	6,5 ± 0,9	5,4 ± 0,6	4,8 ± 1,7	2,1 ± 0,5	...	20,7 ± 3,4
38	7,8 ± 0,7	7,1 ± 0,9	5,5 ± 1,9	1,7 ± 0,5	3,469 ± 0,335	15,9 ± 1,9
54	9,5 ± 1,8	11,3 ± 1,1	7,9 ± 1,9	2,5 ± 0,4	...	16,0 ± 2,7
12	11,5 ± 2,0	10,1 ± 1,7	3,1 ± 1,4	1,8 ± 0,2	...	15,8 ± 2,2
13	12,9 ± 1,9	10,4 ± 1,1	2,5 ± 1,3	1,3 ± 0,3	3,680 ± 0,367	19,3 ± 3,8
39	12,9 ± 1,5	11,6 ± 0,5	3,9 ± 1,5	2,4 ± 0,4	4,057 ± 0,819	17,5 ± 2,3
57	7,6 ± 2,5	9,3 ± 3,5	11,5 ± 2,2	2,9 ± 1,0	2,554 ± 0,454	15,5 ± 1,8
29	6,8 ± 0,7	8,6 ± 1,6	11,3 ± 3,3	2,8 ± 0,5	...	15,5 ± 2,0
27	11,8 ± 2,5	13,8 ± 5,8	5,5 ± 1,8	1,5 ± 0,5	...	16,1 ± 1,7

Значение ОПС определяли отдельно по совокупности морфометрических характеристик и их сочетанию с ПС отдельных физиологических параметров. При этом для приведенных высот и диаметров всех возрастов и приростов по диаметру у 30-летних древостоев $t = 1$, для приростов по высоте у 20- и 30-летних соответственно 1,25 и 1,30, для радиальных приростов у 20-летних $t = 2,6$, для содержания хлорофиллов в хвое $t = 1,7$; для импеданса прикамбиального комплекса ствола 20- и 30-летних древостоев соответственно 3,4 и 1,6.

Сравнение результатов расчета ОПС по комплексу характеристик, включающему приросты по высоте и диаметру и приведенные диаметры и высоты, с показателями состояния по импедансу прикамбиального комплекса и общему содержанию хлорофилла в хвое (табл. 4), показывает, что ПС по отдельным физиологическим характеристикам не совпадают и могут быть как больше, так и меньше ОПС по морфометрическим данным. Последний, например, на ПП 45 составляет 47,1 балла, тогда как ПС по импедансу и хлорофиллу равны 59,8 и 20,6 соответственно. Это свидетельствует об удовлетворительном состоянии ростовых процессов в древостое, хорошем развитии прикамбиального комплекса ствола и в то же время значительном повреждении

фотосинтетического аппарата. Причины поражения хвои не всегда известны. В частности, мог быть залповый выброс поллютантов или кислотный дождь, которые в конечном итоге и привели к ухудшению общего состояния древостоя.

Таким образом, можно сделать вывод об относительной независимости оценок состояния на различных уровнях организации и важности их освещения при полной диагностике объекта. Следует отметить также, что комплексная оценка по всей совокупности измеренных характеристик отличается от ОПС по биометрическим показателям в среднем на 2 ... 5 баллов. Незначительность расхождений объясняется общей направленностью диагностики на сравнение интенсивности ростовых процессов: 4 из 6 использованных величин непосредственно определяются скоростями роста в высоту и по диаметру. Вместе с тем использование физиологических параметров позволяет повысить объективность оценки, что особенно важно при определении повреждений на ранних стадиях.

Таблица 4

Показатели состояния сосновых лесонасаждений ($d \pm S$)

№ ПП	ОПСМ	ПСИ	ПСХл	ОПСМИ	ОПС
45	47,1 ± 11,2	59,8 ± 30,8	20,7 ± 13,5	49,4 ± 10,6	42,7 ± 8,9
50	31,2 ± 3,2	45,9 ± 15,2	28,0 ± 13,6	33,7 ± 3,5	32,8 ± 3,8
47	41,5 ± 9,4	20,4 ± 36,7	55,5 ± 1,8	36,1 ± 14,5	38,7 ± 12,9
51	52,6 ± 8,1	28,9 ± 35,3	59,9 ± 1,8	46,7 ± 12,7	48,7 ± 11,1
42	53,2 ± 6,4	67,7 ± 15,7	53,8 ± 3,4	55,8 ± 5,9	55,5 ± 4,9
53	29,9 ± 2,2	20,2 ± 16,5	61,1 ± 1,4	27,6 ± 4,8	31,6 ± 4,6
18	50,6 ± 9,9	26,9 ± 33,0	52,7 ± 13,0	44,6 ± 13,0	45,8 ± 11,2
30	29,3 ± 2,1	30,9 ± 18,6	-	29,6 ± 3,9	-
19	36,4 ± 3,3	36,4 ± 15,4	59,9 ± 3,4	36,4 ± 4,1	39,6 ± 3,7
20	63,1 ± 5,2	75,6 ± 12,6	-	65,4 ± 4,8	-
21	40,3 ± 3,4	40,5 ± 15,7	-	40,3 ± 4,2	-
38	41,0 ± 6,1	60,9 ± 7,4	59,9 ± 10,1	46,8 ± 5,0	49,7 ± 4,5
54	61,6 ± 4,0	60,5 ± 10,2	-	61,4 ± 3,8	-
12	49,1 ± 9,4	64,7 ± 17,3	-	51,9 ± 8,5	-
13	44,0 ± 10,1	31,9 ± 38,7	58,6 ± 11,3	41,3 ± 12,6	43,7 ± 11,2
39	60,5 ± 8,7	49,9 ± 22,1	46,1 ± 28,7	58,2 ± 8,5	55,9 ± 8,9
57	62,4 ± 9,2	62,4 ± 6,5	62,4 ± 12,9	62,4 ± 7,5	62,4 ± 6,6
29	58,6 ± 4,7	62,4 ± 7,3	-	59,4 ± 4,1	-
27	62,4 ± 10,5	62,4 ± 13,8	-	62,4 ± 8,8	-

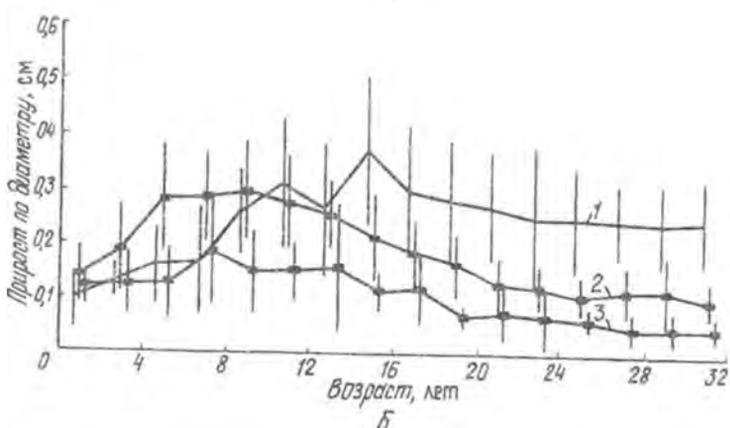
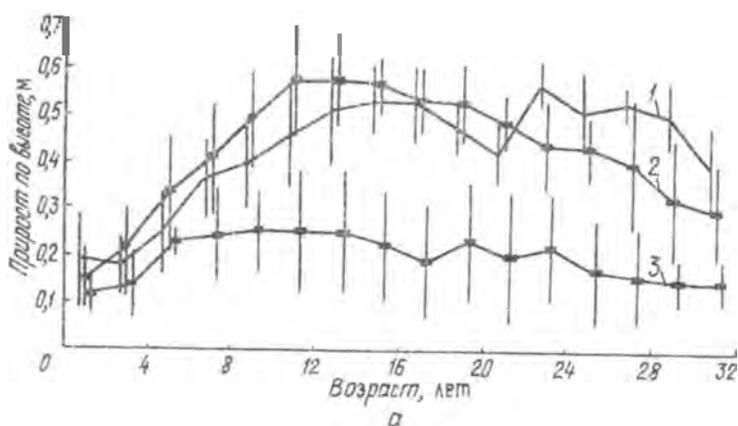
Примечание. ОПСМ – обобщенный показатель состояния по морфометрическим данным; ПСИ – показатель состояния по импедансу прикамбиального комплекса тканей ствола; ПСХл – по содержанию хлорофилла; ОПСМИ – по морфометрическим данным и импедансу; ОПС – по всем показателям.

Анализ изменений ОПС древостоев свидетельствует о том, что по мере удаления от основного источника атмосферного загрязнения (СУМЗ) состояние сосновых молодняков, как правило, улучшается (табл. 4). Вместе с тем сравнение ОПС древостоев, находящихся на примерно одинаковом расстоянии от СУМЗа в разных направлениях, показывает, что повреждение более выражено и наблюдается на больших расстояниях в юго-восточном (ПП 12 и 13) и северо-восточном (ПП 21 и 38) направлениях в соответствии с розой ветров (доминируют западные, северо-западные ветры) и рельефом местности (на востоке расположен горный массив, задерживающий распространение поллюгантов).

Совпадающие по предлагаемой градации ОПС ПП могут быть объединены в три зоны поражения. Сложный характер границ зон сочетается с мозаичностью их расположения. В качестве примера рассмотрим ПП 45, ОПС которой по комплексу морфометрических и физиологических характеристик равен 42,7 баллов (состояние удовлетворительное). Вокруг нее на расстоянии от 2 до 0,5 км расположены ПП 50 и 47, ОПС которых составляет соответственно 32,8 (состояние плохое) и 38,7 (состояние удовлетворительное). Данный факт может быть объяснен тем, что ПП 45 находится в складках местности, защищающих насаждение от прямого воздействия поллюгантов. Кроме того, следует отметить, что этот древостой расположен в типе леса ельник-сосняк травяной в пойме р.Чусовой на богатых почвах, имеющих активный гидрологический режим, что также повышает его устойчивость.

Другая важная причина, определяющая сложную форму границ и мозаичность расположения зон поражения, – наличие нескольких источников загрязнения в регионе. В частности, более низкие по сравнению с ближайшими древостоями значения ОПС ПП 13, 30, 53, 21 и 19 связаны, по-видимому, помимо рельефа местности с воздействиями выбросов других предприятий г. Ревды и Первоуральска. Таким образом, экспресс-диагностика по комплексу морфометрических и физиологических характеристик древостоев является достаточно чувствительной и позволяет установить дополнительные факторы, влияющие на состояние насаждений.

В целях выявления закономерностей развития древостоев с различной степенью антропогенной нагрузки исследован ход роста 20-30-летних искусственных молодняков по высоте и диаметру. Полагали, что модельные деревья, взятые в древостоях с близкими условиями местопроизрастания и одинаковой степенью поражения, относятся к одной генеральной выборке. Поэтому данные прироста отдельных модельных деревьев объединяли в статистические ряды по степени поражения: нет поражения – ОПС > 50, среднее – 50 ... 30, сильное < 30 баллов. Наглядно динамика прироста по высоте и диаметру трех упомянутых категорий древостоев представлена на рисунке.



Прирост по высоте (а) и диаметру (б) древостоев:
 1 – ОПС > 50; 2 – ОПС = 30 ... 50; 3 – ОПС < 30 баллов

У древостоев, пораженных в средней степени, достоверное падение прироста по высоте и диаметру происходит после 10-15-летнего их возраста, тогда как в непораженных такого снижения в данном возрасте не наблюдается. Это приводит к смещению максимума прироста с 15 ... 25 лет для непораженных насаждений к 8 ... 12 годам для пораженных (ОПС = 30 ... 50). У древостоев, пораженных в сильной степени (ОПС < 30), на протяжении всего изученного периода жизни достоверные максимумы прироста по высоте и диаметру отсутствуют. В этих насаждениях абсолютные значения прироста достоверно ниже, чем в непораженных.

Данные исследований хода роста сосновых молодняков свидетельствуют об уменьшении интенсивности ростовых процессов в зонах среднего и сильного поражения. Ввиду того, что в течение минимум 5 лет, предшествующих исследованиям, объем выбросов основного источника загрязнений не увеличивался (табл. 1), снижение приростов в зоне среднего поражения в последние 15 ... 20 лет обусловлено, по-видимому, известным ускорением сроков биологического развития

растений в условиях антропогенного стресса [12], уменьшением биологической продуктивности древостоев (связанной, в частности, с поражением фотосинтетического аппарата) и сопряженного с ним общего энергетического обмена [3].

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности метода определения обобщенного показателя состояния в региональном экологическом мониторинге, проводимом с использованием комплекса лесоводственных и физиологических характеристик древостоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Адлер Ю.П., Маркова Е.М., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1976. - 278 с. [2]. Антанайтис В.В. Мониторинг лесов и лесоустройство // Мониторинг лесных экосистем: Тез. докл. науч. конф. 5-6 июня 1986. - Каунас-Академия, 1986. - С. 5-6. [3]. Барахтенева Л.А., Николаевский В.С. Влияние сернистого газа на фотосинтез растений. - Новосибирск.: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. - 84 с. [4]. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1975. - 448 с. [5]. Каширо Ю.П. Электрический способ оценки приживаемости саженцев сосны в культурах // Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. - Свердловск, 1970. - Вып. 67. - С. 294-301. [6]. Каширо Ю.П., Хасанов Н.Х., Дорожкин Е.М. Электрическое сопротивление тканей прикамбиального комплекса у сосны обыкновенной и его диагностические возможности // Леса Урала и хозяйство в них. - Свердловск.: Изд. УрГУ, 1988. - Вып. 14. - С. 183-188. [7]. Мамаев С.А., Шавнин С.А. Динамика некоторых биофизических характеристик однолетних побегов сосны обыкновенной при переходе в состояние покоя // Лесн. хоз-во. - Свердловск, 1976. - С. 156-159. [8]. Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов СССР. - Пушкино, 1987. - 45 с. [9]. Методы биохимического анализа растений / Под ред. В.В. Полевого. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. - 192 с. [10]. Модель оценки состояния пораженных древостоев / В.А. Калинин, В.И. Крюк, Н.А. Луганский, С.А. Шавнин // Экология. - 1991. - № 3. - С. 21-28. [11]. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. - М.: Наука, 1967. - 95 с. [12]. Николаевский В.С. Биологические основы газустойчивости растений. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. - 278 с. [13]. Степанов А.М. Методология биоиндикации и фонового мониторинга экосистем суши // Экотоксикология и охрана природы. - М.: Наука, 1988. - С. 28-108.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.7/.8.001.2

*Р.Н. КОВАЛЕВ, С.В. ГУРОВ*Уральская государственная лесотехническая академия
С.-Петербургская лесотехническая академия

Ковалев Рудольф Николаевич родился в 1949 г., окончил в 1972 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации производственных процессов Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 72 печатные работы в области моделирования и оптимизации транспортных систем, рационального лесопользования.



Гуров Сергей Владимирович родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Ленинградский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет 50 печатных работ в области математического моделирования и разработки методов оценки надежности сложных технических систем и программного обеспечения ЭВМ.

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТАДИЙНОГО РАЗВИТИЯ
ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ЛЕСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Изложены постановка и метод решения задачи оптимизации параметров дорожных конструкций транспортной сети лесных предприятий на основе системного подхода в динамике.

Setting up and method of solving the problem of optimizing transport network road structures' parameters of timber enterprises on the basis of system approach in dynamics have been presented.

Транспортную сеть лесного предприятия можно рассматривать как дискретно развивающуюся систему, требующую поэтапных капитальных вложений для повышения ее транспортно-эксплуатационных качеств.

Потребность в развитии транспортной сети и рациональном использовании капитальных вложений обуславливает, в частности, необходимость применения стадийного принципа строительства дорожных конструкций (ДК), основанного на постепенном наращивании их прочности по мере роста грузооборота каждого отдельного участка транспортной сети.

При выборе оптимальной схемы развития транспортной системы лесного предприятия в целом (ТСЛП) за какой-то плановый период $T[1]$ могут быть получены следующие данные:

плановый год строительства для нового участка перспективной транспортной сети или текущий год для существующего T_0 ;

годовой грузооборот лесных и нелесных грузов на каждом этапе планирования в промежутке $[T_0, T]$;

минимально допустимый по прочности тип покрытия, обеспечивающий расчетный плановый грузооборот и соответствующий оптимальным параметрам подвижного состава;

требуемый модуль упругости дорожной одежды для каждого участка по этапам планирования.

Принципиальной особенностью постановки данной задачи является то, что тип покрытия является функцией времени.

Задачу можно решить за счет оптимального финансирования строительства ДК транспортной сети лесного предприятия, работающего в условиях непрерывного многоцелевого лесопользования. Необходимо учитывать действие двух взаимосвязанных факторов оптимального проектирования: капиталовложений на строительство ДК и текущих транспортно-эксплуатационных расходов, вычисленных за весь расчетный период.

Эта задача должна связать воедино следующие требования:

учет работоспособности участка и необходимости проведения капитального ремонта после исчерпания его ресурса;

согласованность вариантов схем ДК на всю перспективу эксплуатации участка;

выбор дорожно-строительных материалов, обеспечивающих реализацию схемы ДК в зависимости от их стоимости;

расчет толщин слоев ДК, обеспечивающих требуемую ее прочность;

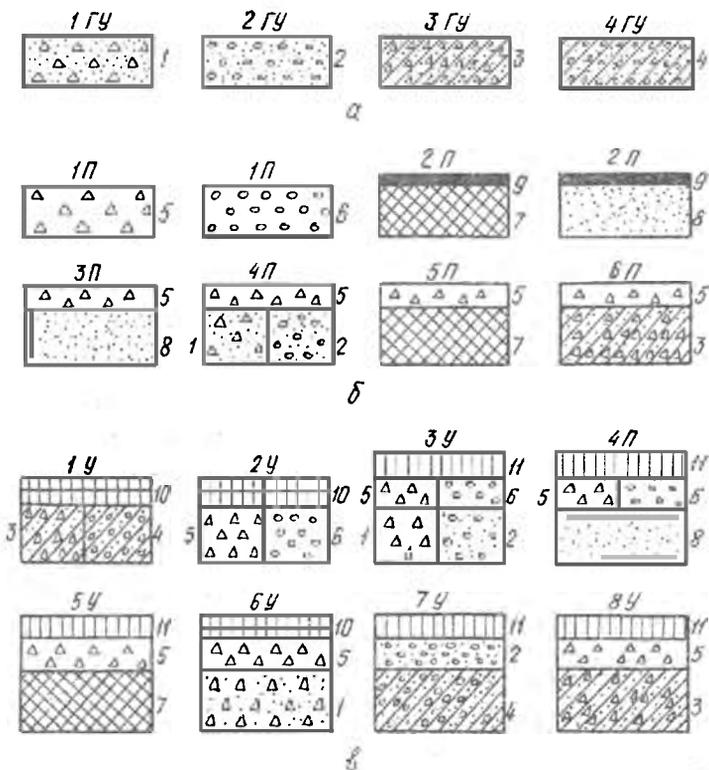
возможность увеличения прочности ДК за счет как усиления верхнего слоя, так и наложения нового слоя из другого материала.

Технико-эксплуатационные особенности лесных дорог определяют необходимость использования дорожно-строительных материалов низкой стоимости, соответствующей малым грузооборотам дорог.

Цель наших исследований – разработать математические модели, позволяющие использовать данные о местных материалах в оптимизационных расчетах для ТСПП в целом.

Для решения поставленной оптимизационной задачи необходимо разработать принципиальные схемы ДК из местных материалов, учитывающие возможность их стадийного усиления во времени и формирования на ЭВМ различных вариантов перехода из одного состояния в другое (включая использование предыдущих конструкций в качестве основания под вновь устраиваемые).

Рекомендуемые ДК позволяют наиболее полно использовать предыдущие конструкции в качестве основания под вновь устраиваемые при их развитии во времени (см. рисунок). Они заложены в основу алгоритма формирования оптимальных параметров ДК с учетом стадийного развития.



Рекомендуемые варианты дорожных конструкций на лесных дорогах: а – покрытия грунтовые улучшенные (ГУ); б – переходного типа (П); в – усовершенствованные облегченные (У); 1 – грунтощебень; 2 – песчано-гравийная смесь (ПГС); 3, 4 – грунтощебень и ПГС, укрепленные неорганическими вяжущими; 5 – щебень рядовой или фракционированный; 6 – гравийная смесь оптимального состава; 7 – грунт, укрепленный вяжущими; 8 – песок; 9 – железобетонные плиты; 10 – черный щебень; 11 – битумно-минеральная смесь

Матрица состояний ДК дуги транспортной сети ТСЛП

№ п/п	Год капитального ремонта	Тип покрытия	Число слоев	Материал слоя			Толщина слоя		
				1	2	3	1	2	3
0	g_0	p_0	s_0	m^1	m^2	m^3	h_0^1	h_0^2	h_0^3
1	g_1	p_1	s_1	m^1	m^2	m^3	h_1^1	h_1^2	h_1^3
2	g_2	p_2	s_2	m^1	m^2	m^3	h_2^1	h_2^2	h_2^3
...
k	g_k	p_k	s_k	m^1	m^2	m^3	h_k^1	h_k^2	h_k^3

Для выбора метода решения сформулированной оптимизационной задачи и ее формализации за основу принята матрица состояния ДК, приведенная в таблице.

Первая строка предполагается известной. Действительно, для существующего участка годом отсчета времени до начала капитального ремонта можно считать год начала планирования (с учетом износа дорожной одежды), а для нового участка – год окончания строительства. Остальные характеристики, относящиеся к первой строке, несомненно, известны. В зависимости от числа слоев и вида материала каждого из них размер матрицы состояний, а также ее содержимое могут различаться. Следовательно, матрица служит управляющей в процессе принятия решения о ДК участка, а сам процесс состоит в определении оптимальной матрицы состояний, для которой затраты на строительство и ремонты минимальны. В данной постановке имеем задачу математического программирования с частично целочисленными переменными.

Сложность ее определяется неизвестным числом управляющих переменных (так как размерность матрицы состояний заранее не определена), отсутствием аналитического выражения для целевой функции (имеется лишь алгоритм расчета), необходимостью учета всех сформулированных требований, которые образуют существенно нелинейную систему ограничений. Все это позволяет сделать вывод о невозможности выбора какого-то одного известного метода решения задачи. Можно полагать, что наилучшим является составной метод, базирующийся на переборе целочисленных переменных (число слоев, материал слоев ДК) и применении одного из методов нелинейной оптимизации (для расчета толщины слоев ДК). При выборе последнего надо учитывать невозможность вычисления производных от целевой функции. Это свидетельствует о необходимости применения методов нулевого порядка, к которым относятся метод покоординатного спуска Пауэлла, комплексный метод Бокса, являющийся обобщением метода деформируемого многогранника Нелдера и Мида на задачи условной оптимизации, методы случайного поиска и др.

Для простоты предположим, что зависимость общих затрат на строительство новых или реконструкцию старых участков линейно зависит от толщин слоев. Тогда математическую модель выбора ДК можно сформулировать следующим образом. Требуется определить число этапов k и годы g_i , $i = 1, 2, \dots, k$, на которых будет изменяться конструкция дуги, а для каждого года g_i – тип покрытия p_i , число слоев s_i , их материалы m^j и толщину h_i^j , $j = 1, \dots, s_i$, таким образом, чтобы

$$z = \left[\sum_{g_i \geq g_{i-1}} \sum_{j=1}^{s_i} c_i(m^j) h_i^j + \sum_{g_i = g_{i-1}} c_i(m^j)(h_i^j - h_{i-1}^j) \right] / (1 + E)^{\Delta^{k, T-1}} \rightarrow \min, (1)$$

где z – общие затраты на строительство или реконструкцию 1 м² дорожной одежды;

$c_i(m^j)$ – затраты на добычу, доставку и укладку 1 м³ материала вида m^j на j -м этапе планирования;

h_i^j – толщина j -го слоя дорожной конструкции на i -м этапе планирования, см;

$(1 + E)^{\Delta^{k, T-1}}$ – коэффициент приведения разновременных затрат к расчетному году (коэффициент дисконтирования затрат).

В функционале (1) затраты рассчитывают с учетом их приведения к расчетному году ввиду выбора разных типов покрытий с разными сроками вложения затрат. Первая сумма распространяется на все этапы, для которых производится укладка нового слоя, известного метода решения данной задачи. Можно полагать, что наилучшим является способ ее решения, когда число слоев не увеличивается, а производится лишь утолщение верхнего слоя. При этом должны быть выполнены следующие ограничения.

1. На работоспособность участка. Год g_i выбирают таким образом, чтобы, начиная с года g_{i-1} , суммарный объем перевозок по участку с типом покрытия p_{i-1} достиг требуемого значения.

2. На согласование вариантов схем ДК. С этой целью необходима разработка метода определения количества и возможных материалов слоев ДК при переходе от одного этапа к другому, т.е. указанный метод должен определять множество всевозможных допустимых значений s_i и m^j , $j = 1, \dots, s_i$ для i -го этапа в зависимости от аналогичных значений s_{i-1} и m^j , $j = 1, \dots, s_{i-1}$ $i-1$ -го этапа.

3. На прочность ДК и учет требуемого модуля упругости ДК. При разработке алгоритма решения оптимизационной задачи была использована рекурсивная процедура выбора ДК участка транспортной сети. Необходимость использования рекурсивного алгоритма диктуется неизвестным до окончания процесса планирования числом капитальных ремонтов, на которых производится усиление ДК, поскольку время проведения очередного ремонта зависит от суммарного грузо-

Калентьев Владимир Алексеевич родился в 1954 г., окончил в 1977 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 80 печатных работ по физическому материаловедению, дефектоскопии, физическим методам и приборам контроля качества.



ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРОВ БЛОКОВ СБОРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Предложена форма дорожного блока, выполненного в виде прямой призмы с равнобедренным треугольником в основании. Обоснован интервал углов, обеспечивающий устойчивость блоков в покрытии и исключающий их сдвиг от нагрузок.

A structure of paving block as straight line prism with isosceles triangle has been suggested. The interval of angles securing stability of the blocks in the pavement and eliminating their shear has been substantiated.

Использование на вывозке леса автопоездов большой грузоподъемности требует применения прочных дорожных одежд из сборных элементов промышленного производства. В настоящее время на лесовозных автомобильных дорогах эксплуатируют колеиные покрытия из железобетонных плит, укладываемых на слой песка толщиной до 0,3 ... 0,4 м. Такие дороги, наряду с рядом достоинств (высокая индустриальность дорожно-строительных работ, независимость вывозки леса от погодных условий, малое сопротивление движению и ремонтпригодность), имеют и недостатки (высокая металлоемкость, большие транспортные расходы на доставку к месту строительства, малый по сравнению с нормативным срок службы) [2]. Эти недостатки в определенной мере могут быть устранены при строительстве сборного покрытия из блоков [1]. Каждый блок представляет собой треугольную равнобедренную прямую призму (рис. 1, а). Схема укладки блоков приведена на рис. 1, б. При этом каждый блок верхнего слоя опирается на два или четыре блока нижнего слоя, которые, в свою очередь, размещают на естественном или искусственном основании.

оборота и расчетной работоспособности ДК участка, на которую непосредственное влияние оказывают число и материалы слоев, принятые в данный момент времени. Однако указанные параметры являются управляющими и могут быть определены только в результате решения всей задачи по выбору ДК.

В приведенной схеме алгоритма при оптимизации толщин слоев производится направленный перебор допустимых вариантов по числу и материалам слоев и поиск минимума по толщинам слоев методом покоординатного спуска. Формулировка математической модели оптимизации ДК данным методом выглядит следующим образом.

Введем неизвестные величины. Если число слоев $s_i = s_{i-1}$, т.е. при переходе с $i-1$ -го на i -й этап число слоев не увеличивается, а происходит лишь утолщение верхнего слоя, то неизвестными являются для верхнего слоя новая толщина h_i и модуль упругости E_i . Если $s_i > s_{i-1}$, т.е. при переходе с $i-1$ -го на i -й этап число слоев увеличивается от s_{i-1} до s_i , то для каждого $j = s_{i-1} + 1, \dots, s_i$ неизвестны толщина j -го слоя h_j^j и соответствующий модуль упругости E_j^j . В этом случае имеет место условие $E_i = E_{i-1}$.

Целевая функция была определена ранее в виде выражения (1), зависящего только от толщин.

Чтобы записать ограничения, предположим известной формулу, которая для любого слоя ДК связывает между собой модули упругости нижнего слоя E_n , верхнего слоя E_b , материала E_m , а также толщину слоя h .

Для компактности формулу расчета толщины слоя по заданным значениям E_n, E_b, E_m запишем в виде

$$h = \varphi(E_n, E_b, E_m). \quad (2)$$

Используя это обозначение, сформулируем систему ограничений. Если $s_i = s_{i-1}$, то

$$h_i^{s_i} \geq \varphi(E_{i-1}^{s_i}, E(m^{s_i}), E_i^{s_i}). \quad (3)$$

Если $s_i > s_{i-1}$, то для всех $j = s_{i-1} + 1, \dots, s_i$

$$h_j^j \geq \max[\varphi(E_{i-1}^{j-1}), E(m^j), h_{\min}(m^j)]. \quad (4)$$

При этом предполагаются известными модуль упругости $E_0^{s_0}$, который в частности при $s_0 = 0$ (новая дорога) равен модулю упругости грунта, требуемый модуль упругости $E_k^{s_k}$, а также коэффициент прочности $k_{пр}$.

Беря ограничения в виде равенств, можно исключить значения толщин из целевой функции. Тогда функция (1) будет зависеть только от промежуточных значений модулей упругости. Будем считать, что модули упругости упорядочены по номеру этапа (нижний индекс). Обозначая их через x_1, x_2, \dots, x_m , получаем

$$E_0^{s_0} \leq x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_m \leq E_k^{s_k} k_{пр}. \quad (5)$$

Последние неравенства определяют симплекс в m -мерном пространстве, а целевую функцию переписывают в виде

$$z = f(x_1, x_2, \dots, x_m) \geq \min. \quad (6)$$

При оптимизации методом покоординатного спуска за начальную точку принимают центр допустимой области, определяемый по формулам

$$x_i = E_0^{S_0} + \frac{1}{m+1} (E_k^{S_k} k_{\text{пр}} - E_0^{S_0}), \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (7)$$

Далее выполняют минимизацию целевой функции последовательно по каждой координате в соответствующих интервалах методом золотого сечения. Поиск минимума прекращается после достижения требуемой точности расчетов.

Данный оптимизационный метод программно реализован в диалоговой интегрированной системе планирования транспортных систем лесных предприятий (ДИС ТСЛП), разработанной на кафедрах сухопутного транспорта леса и информатики и вычислительной техники СПбЛТА для ПЭВМ класса IBM PC, и позволяет вести поиск оптимальной ДК каждой дуги транспортной сети с учетом перспективы ее развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ильин Б.А., Ковалев Р.Н., Гуров С.В. Оптимизация транспортных систем лесных предприятий в новых условиях лесопользования // Изв. СПбЛТА. - 1994. - Вып. 2. - С. 86-94. [2]. Ильин Б.А., Салминен Э.О. Теория лесотранспорта. - Л.: РИО СПбЛТА, 1992. - 188 с.

УДК 625.84:630*383.4

А.Н. КУФТИН, В.А. КАЛЕНТЬЕВ



Куфтин Александр Николаевич родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 12 печатных работ в области сухопутного транспорта леса.

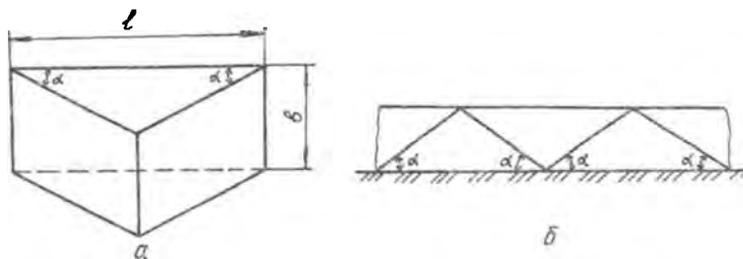


Рис.1. Сборное покрытие из блоков: а – общий вид блока;
б – схема укладки блоков в покрытие

Предложенная форма дорожного блока обеспечивает перераспределение колесных нагрузок на основание без стыковых соединений, значительное снижение металлоемкости, повышение технологичности изготовления и сборки. Однако все эти преимущества могут быть реализованы при рациональном выборе размеров блока, что явилось целью нашей работы.

Основной эксплуатационный показатель дороги (толщина покрытия) зависит от размеров блока (ширина b и длина l) и угла α равнобедренного треугольника (см. рис. 1, б). В свою очередь, размеры блока в плане выбирают в зависимости от требований ВСН 01-82 [3], несущей способности грунтового основания и нагрузок от эксплуатируемой техники и оборудования.

Для обеспечения надежного самоуплотнения блоков и исключения их сдвига под действующей на покрытие колесной нагрузкой значение углов наклона боковых поверхностей блоков α необходимо выбирать в определенном интервале. Верхний предел угла ($\alpha < 45^\circ$) назначают из условия недопустимости перехода от самоуплотнения к самораздвижке блоков. При определении нижнего значения угла α необходимо исследовать равновесие совокупности блоков. Между ними действуют нормальные (N) и касательные (F) реакции (рис. 2). Здесь $F = fN$, где f – коэффициент трения скольжения покоя между блоками верхнего и нижнего слоев покрытия.

Самоуплотнение и устойчивость блока от сдвига под колесной нагрузкой гарантируются при условии, что горизонтальная проекция нормальной составляющей реакции всегда больше проекции касательной составляющей, т.е. $N \sin \alpha > F \cos \alpha$, откуда $\alpha > \operatorname{arctg} f$.

Примем, например, значение коэффициента трения покоя $f = 0,6$ (среднее значение коэффициента трения покоя между неметаллическими поверхностями [4]). Тогда $\alpha > \operatorname{arctg} 0,6 > 30^\circ$. Следовательно, диапазон $30^\circ < \alpha < 45^\circ$ обеспечивает устойчивость блока в покрытии. Конкретное значение угла в этом диапазоне находят с учетом процента армирования и прочностных характеристик материалов блоков покрытия.

Проанализируем перераспределение колесной нагрузки через покрытие на основание. Для этого используем расчетную схему на

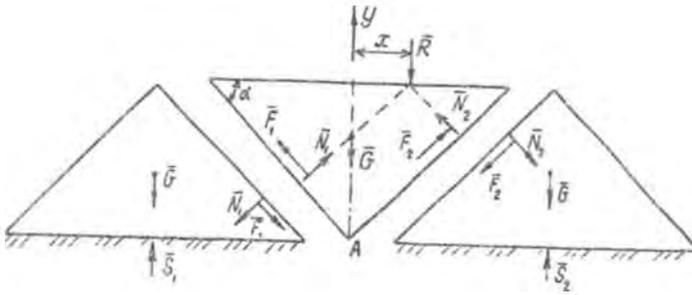


Рис.2. Расчетная схема сборного покрытия из блоков

рис. 2. Колесную нагрузку R разместим на расстоянии x от центра верхнего блока.

Составим два уравнения равновесия для верхнего блока :

$$\Sigma F(Y) = N_1 \cos \alpha + N_2 \cos \alpha + F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \alpha - G - R = 0; \quad (1)$$

$$\Sigma M_A = N_2 (l/2 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - l/2 \cos \alpha + x \cos \alpha) - N_1 (l/2 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - l/2 \cos \alpha - x \cos \alpha) - R x = 0, \quad (2)$$

где N_1, N_2 и F_1, F_2 – нормальные и касательные составляющие контактных реакций между верхним и нижними блоками покрытия;

G – собственный вес блока.

По уравнениям (1) и (2) находят нормальные и касательные составляющие контактных реакций.

Определим реакцию основания S_2 для правого нижнего блока и составим еще одно уравнение равновесия

$$\Sigma F(Y) = S_2 - N_2 \cos \alpha - F_2 \sin \alpha - G = 0. \quad (3)$$

Решив совместно уравнения (1)-(3), определим реакцию основания

$$S_2 = \frac{l/2 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - l/2 \cos \alpha + x \cos \alpha}{l \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - l \cos \alpha} \left(G + R - \frac{Rx(\cos \alpha + f \sin \alpha)}{l/2 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - l/2 \cos \alpha + x \cos \alpha} \right) + G. \quad (4)$$

Аналогично можно найти реакцию основания для левого нижнего блока S_1 .

Исследуем поведение реакции основания S_2 согласно формуле (4), изменяя $0 < x \leq l/2$ и принимая условно $G = 0,2 R$. Расчеты позволяют построить график зависимости $S = f(x)$ (рис. 3), из которого можно сделать следующие выводы. Конструкция покрытия обеспечивает перераспределение колесной нагрузки на основании в диапазоне $0,6 R < S < 0,8 R$.

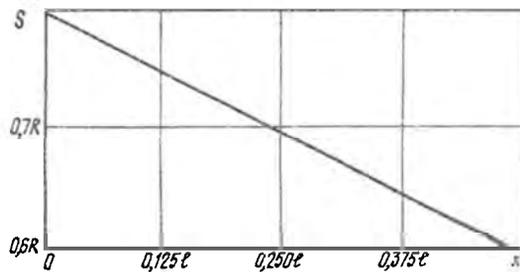


Рис.3. График распределения колесной нагрузки на основание по длине блока

Плановые размеры блоков следует выбирать в соответствии с требованиями ВСН 01-82. Цементно-бетонные сборные покрытия применяют на магистралях III категории и внутрискладских дорогах лесопромышленных предприятий, для которых ширина проезжей части составляет 8,0 м, а при горном рельефе 7,5 м. Следовательно, и ширина блока должна быть кратной 1,5 и 1,0 м. Например, для колесных покрытий лесовозных автомобильных дорог ширина колесопровода равна 1,0 м. Таким образом, на основе анализа проектных требований можно составить три плановых типоразмера ездовой поверхности блоков: $1,5 \times 1,5$; $1,5 \times 1,0$ и $1,0 \times 1,0$ м².

При укладке колесопроводов на кривых участках следует использовать специальные блоки трапециевидальной формы ездовой поверхности в плане (рис. 4).

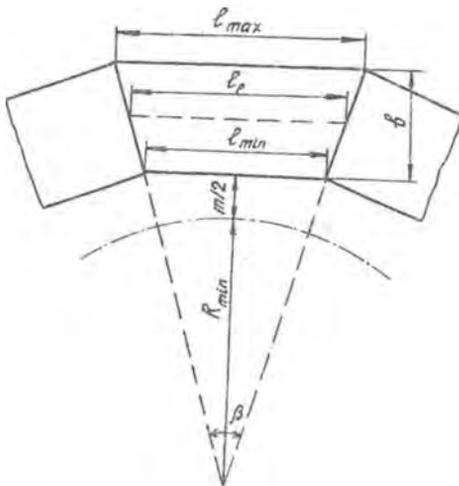


Рис.4. Схема укладки дорожных блоков на кривом участке пути

Разницу в длине оснований трапеции $\Delta l = l_{\max} - l_{\min}$ можно определить через l_{\min} по формуле

$$l_{\min} = \frac{l_p (R_{\min} + m/2)}{R_{\min} + (m + b)/2} \quad (5)$$

где l_p – расчетная длина блока, $l_p = (l_{\max} + l_{\min}) / 2$;

R_{\min} – нормативный минимальный радиус кривой;

m – межколейное пространство;

b – ширина блока.

При радиусе кривой R_{\min} все трапецеидальные блоки в каждом колесопроводе следует укладывать короткой стороной внутрь кривой; при больших радиусах – чередовать укладку короткой и длинной сторонами.

Применение блоков сборного покрытия предложенной формы позволяет снизить удельное давление на основание от покрытия под колесной нагрузкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А.с. 1726627 СССР, МКИ⁵ Е 01 С 5 / 00. Дорожное покрытие / А.Н. Куфтин, Р.Н. Ковалев (СССР). - № 4715335 / 33; Заявлено 04.07.89; Оpubл. 15.04.92, Бюл. № 14 // Изобретения. - 1992. - № 14. - С. 120. [2]. Ильин Б.А., Кувалдин Б.И. Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог. - М., 1982. - 384 с. [3]. Инструкция по проектированию лесозаготовительных предприятий ВСН 01-82. - Л., 1982. - 186 с. [4]. Кухлинг Х. Справочник по физике. - М., 1982. - 520 с.

УДК 630* 312

А.П. ПАНЫЧЕВ

Панычев Анатолий Павлович родился в 1955 г., окончил в 1977 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой машин и оборудования лесной промышленности Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 64 печатные работы по проблемам разработки оборудования для реализации новых технологических процессов лесозаготовки.



НЕКОТОРЫЕ ВАРИАНТЫ МАШИННОЙ ЗАГОТОВКИ ЛЕСА

Приведено описание четырех вариантов машинной заготовки леса, позволяющих исключить волочение деревьев по земле и значительно уменьшить количество проходов и маневров машин на лесосеке.

The four variants of mechanical timber harvesting which permit hauling tree logs along the ground and significant decreasing the amount of travels and maneuvers of machines in the felling area have been presented.

Технический прогресс на лесосечных работах характеризуется в настоящее время созданием и внедрением манипуляторных машин, полностью исключая тяжелый ручной труд. Однако при этом увеличивается негативное влияние машин на лесные экосистемы (подрост, почва, грунты). Наиболее вредное экологическое воздействие на лесную среду оказывает трелевка. Волочащаяся часть пачки уничтожает плодородный почвенный слой и подрост, а большое число проходов трелевочной машины по лесосеке (из-за малых рейсовых нагрузок и недостаточной проходимости) приводит к сильному уплотнению грунта.

Для уменьшения негативных последствий технического прогресса на лесозаготовках необходимо создать такую технику и технологию, которые позволили бы исключить волочение деревьев по земле за счет трелевки в погруженном положении, значительно уменьшить число проходов и маневров машин на лесосеке за счет увеличения объемов трелеваемых пачек, повышения проходимости и использовать на транспортных операциях наиболее простые машины, минимально оснащенные технологическим оборудованием с гидроприводом.

Наличие гидропривода уменьшает полезную нагрузку машины, а из-за частых поломок гидрооборудования практически все масло в конечном итоге оказывается в почвенно-грунтовой слое лесосеки.

Многочисленные исследования, в том числе с участием автора [3 - 5 и др.], показывают, что трелевка леса в погруженном положении по сравнению с трелевкой в полупогруженном положении позволяет существенно уменьшить сопротивление движению лесотранспортной системы, особенно на сырых грунтах при условии применения специальных роспусков на базе тракторных колес, уменьшить расход топлива на 1 м³ стрелеванного леса, повысить проходимость и рейсовые нагрузки. Проведенные в Бисертском и Карабашском леспромпхозах Свердловской области испытания экспериментальной машины ЛП-18А со специальным роспуском показали, что она в состоянии транспортировать в погруженном положении пачки хлыстов объемом до 40 м³ (объем пачки ограничивался вместимостью коника машины).

В настоящей работе на основании результатов теоретических и экспериментальных исследований предложены четыре варианта более экологически чистых технологий лесозаготовок, которые могут быть реализованы на базе серийно выпускаемых лесосечных машин или при их незначительном изменении.

Несплошные рубки

Валочно-пакетирующая машина (ВПМ) типа ЛП-19 или МЛ-78 с максимальным вылетом манипулятора не менее 10 м разрубает технологический коридор, срезая сначала только деревья, мешающие ее движению вперед. ВПМ укладывает эти деревья в прицеп (рис. 1), который она перемещает за собой тросом лебедки. Выйдя к лесовозному усу, ВПМ разгружает прицеп или отцепляет его и прицепляет порожний. Грузный прицеп может быть разгружен сучкорезной машиной в процессе обрезки сучьев, а также передан трелевочному гусеничному (типа ТТ-4) или колесному трактору, который затаскивает металлический пен прицепа на щит с помощью троса лебедки (рис. 2) и транспортирует к месту разгрузки. ВПМ с порожним прицепом перемещается далее по технологическому коридору.

Транспортировку прицепов с пачками деревьев объемом 15 ... 25 м³ трелевочным трактором (ТТ) можно производить на значительные расстояния (более 1 км), сосредоточивая тем самым в одном месте деревья, заготавливаемые на двух-четырех лесосеках. Это позволит уменьшить затраты на содержание временных лесовозных дорог, что очень важно при сплошных рубках, и предотвратить негативные экологические последствия благодаря вынесению погрузочных площадок за пределы лесосек.

Прицеп, принципиальная схема которого показана на рис. 1, был разработан в ЦНИИМЭ и испытан в Крестецком опытном лесопромхозе [2]. Испытания показали возможность формирования машиной ВПМ ЛП-19 с прицепом пачек деревьев объемом до 32 м³.

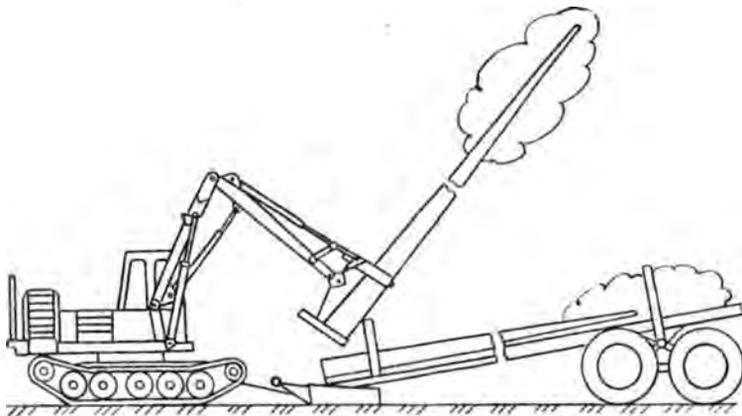


Рис.1. Формирование пачки ВПМ в прицепе

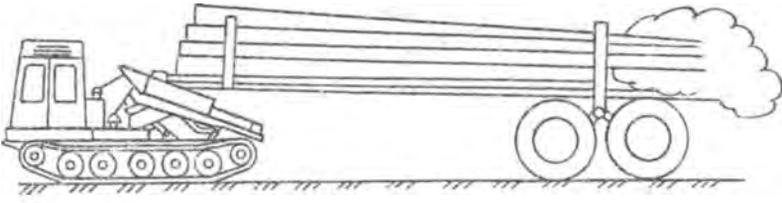


Рис.2. Транспортировка груженого прицепа трелевочным трактором

*Сплошные рубки
на прочных грунтах в маломерных древостоях*

ВПМ срезает и укладывает деревья в прицеп, который перемещает за собой с помощью троса лебедки. После заполнения прицепа к нему подъезжает подъемно-транспортная машина (ПТМ) типа ЛТ-165 (грузоподъемность 30 т), снимает пакет деревьев с прицепа, укладывает на себя и транспортирует по соседнему волоку к месту складирования или погрузки. Одна ПТМ может обслуживать две-три ВПМ и производить погрузку хлыстов или деревьев на лесовозные автомобили.

Сплошные рубки

При разработке ленты трелевочный трактор (ТТ) с прицепом перемещается параллельно направлению движения ВПМ (рис. 3). ТТ находится на некотором расстоянии от прицепа и подтягивает его тросом лебедки. ВПМ срезает дерево и укладывает его вершиной в задний коник прицепа, а комлем на землю. После срезания и укладки таким образом всех деревьев с одной рабочей позиции ВПМ манипулятор производит укладку за один прием всех комлей деревьев в передний коник прицепа, для чего захватно-срезающее устройство ВПМ оборудуется погрузочным рычагом или снабжается обычной трубой, удерживающей при погрузке комли деревьев. ВПМ и прицеп перемещаются на следующую рабочую позицию, и процесс формирования пачки продолжается.

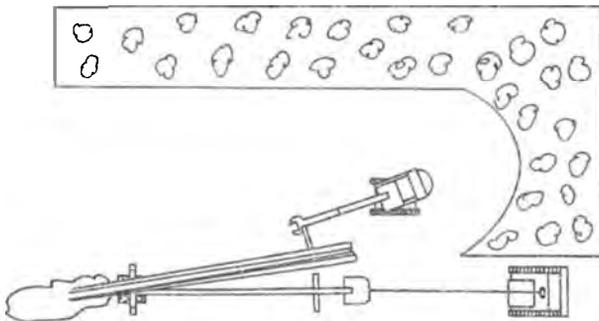


Рис.3. Схема совместной работы ВПМ и ТТ

Набрав пачку деревьев объемом 15 ... 25 м³, ТТ транспортирует ее, а к ВПМ подъезжает очередной ТТ с порожним прицепом. Аналогичный технологический процесс проверяли в Крестецком опытном леспромхозе ЦНИИМЭ с той лишь разницей, что на трелевке использовали машину ЛП-18А с лесовозным роспуском ГКБ-9383, которая при формировании пачки сама грузила манипулятором комли в коник машины [6, 7]. Испытания подтвердили возможность высокопроизводительной работы машины.

Сплошные рубки на прочных грунтах

Посередине лесосеки прокладывают ус лесовозной дороги. При разработке ленты ВПМ движется от дальнего ее конца к усу. Параллельно ВПМ два ТТ перемещают каждый свой прицеп с помощью тросов лебедок (рис. 4). Срезаемые деревья ВПМ укладывает вершиной на дальний от нее прицеп, а комлем – на ближний. Каждый прицеп включает два-три колесных или санных (в зимний период) роспусков, соединенных балкой. Балка дальнего прицепа находится на высоте 3,0 ... 3,5 м от земли, что позволяет сохранять подрост высотой 3 ... 4 м.

ВПМ и ТТ с прицепами за один проход разрабатывают всю ленту, расположенную по одну сторону от лесовозного уса, и, дойдя до него, разгружают пачку деревьев. При длине ленты до 250 м в прицепах будет сформирована пачка объемом 60 .. 80 м³ (в зависимости от запаса древесины на 1 га и максимального вылета манипулятора). Разгрузив пачку деревьев, ВПМ и ТТ с прицепами переезжают через лесовозный ус, перемещаются в дальний конец ленты и начинают формировать новую пачку, приближаясь к усу.

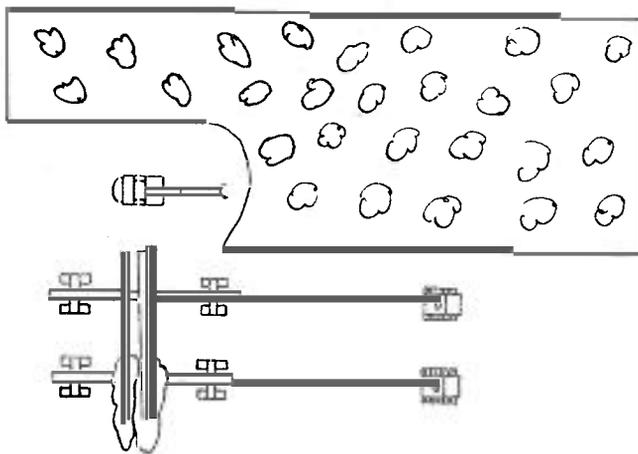


Рис.4. Крупнопакетная заготовка деревьев

В описанном технологическом процессе машины перемещаются по ленте всего два раза: в порожнем и грузовом направлении. Это положительно скажется на экологическом состоянии лесной среды, позволит существенно уменьшить затраты топлива, количество поломок и износ ходовой системы тракторов. Перспектива рассмотренного варианта лесозаготовок особенно просматривается при внедрении в лесную промышленность воздушного транспорта леса, например вертолетов грузоподъемностью 100 ... 200 т [1] и технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование древесины. Пакет деревьев с чистой кроной и стволовой частью будет передаваться с прицепов вертолету и доставляться на перерабатывающее предприятие.

Во всех рассмотренных вариантах транспортировка деревьев обеспечивается без применения ручного труда. Многочисленные положительные результаты экспериментальных исследований отдельных элементов новых технологий служат подтверждением возможности и эффективности их внедрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Вороницын К.И., Ларин А.В., Рудаков Ю.А. Воздушный транспорт леса. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1975. - 27 с. [2]. Захаров О.Т., Панычев А.П. Работа машины ЛП-19 с прицепом-накопителем // Лесозэксплуатация и лесосплав. - 1982. - № 2. [3]. Панычев А.П., Волков В.П., Бабайлов В.Е. Отрабатывается новая технология лесозаготовок // Лесн. пром-сть. - 1985. - № 7. - С. 25. [4]. Панычев А.П., Горюнов А.И., Перехода А.Г. Повышение проходимости машин ЛП-18А // Лесн. пром-сть. - 1986. - № 8. - С. 26. [5]. Панычев А.П., Кайдаулова В.Л. На испытаниях – машина ЛП-18А // Лесн. пром-сть. - 1988. - № 4. - С. 14-15. [6]. Панычев А.П., Калаганов В.А. Совместная работа машин ЛП-19 и ЛП-18А в комплекте с роспуском // Лесозэксплуатация и лесосплав. - 1982. - № 9. - С. 6-7. [7]. Панычев А.П., Провоторов Ю.И., Калаганов В.А. Формирование пачек деревьев в процессе совместной работы машин ЛП-19 и ЛП-18А в комплекте с роспуском // Лесозэксплуатация и лесосплав. - 1982. - № 13. - С. 7-8.

УДК 630*31.001.2

А.П. ПАНЫЧЕВ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА КРУПНОПАКЕТНОЙ ЗАГОТОВКИ ДЕРЕВЬЕВ

Приведена математическая модель удельной энергоемкости рабочего цикла трелевочной системы, включающей два трактора и два прицепа. Расчетом установлено снижение этого показателя в 2-3 раза по сравнению с традиционной трелевкой.

The mathematical model of specific energy capacity of working cycle of skidding system including two tractors and two trailers has been presented. The calculation determined reducing of that index by 2-3 times in comparison with that of traditional skidding.

При обосновании того или иного производственного процесса наиболее часто за целевую функцию принимают удельные денежные затраты ($C_{уд}$). Однако значение этой величины связано с постоянным изменением цен. Наиболее стабильный показатель эффективности производственного процесса – его удельная энергоемкость. Во всех развитых странах прослеживается практически одна и та же пропорция между затратами энергии на получение продукции и ее стоимостью, поэтому показатель удельной энергоемкости процесса может быть принят в качестве критерия при нахождении оптимальных решений.

Удельная энергоемкость технологического процесса определяется по формуле

$$v = \sum_{i=1}^n v_i,$$

где v – удельная энергоемкость технологического процесса, Дж/м³;
 n – число операций, выполняемых в технологическом процессе;
 v_i – удельная энергоемкость каждой i -й операции, выполняемой в технологическом процессе, Дж/м³.

Технологический процесс крупнопакетной заготовки деревьев рассмотрен нами в работах [1, 2].

Рабочий цикл предложенной трелевочной системы, состоящей из двух тракторов и двух прицепов, включает движение в порожнем направлении и при наборе пакета, простой тракторов с работающими двигателями при укладке деревьев валочно-пакетирующей машиной (ВПМ) на прицепы и разгрузку пакета. Соответственно удельные затраты энергии на выполнение рабочего цикла могут быть определены в общем виде по формуле

$$v = v_{x,x} + v_{r,x} + v_0 + v_p,$$

где $v_{x,x}$, $v_{r,x}$, v_0 , v_p – удельные затраты энергии на движение соответственно без пакета, при формировании пакета, при простоях тракторов с работающими двигателями, на разгрузку, Дж/м³.

В результате теоретических исследований получена математическая модель удельной энергоёмкости рабочего цикла трелевочной системы

$$v = [2 G_m (f_m \cos \alpha \pm \sin \alpha) + (G_{p1} + G_{p2})(f_p \cos \alpha \pm \sin \alpha)] \cdot 10^4 L_n (2 L_m L_n \times \\ \times R \eta_{тр} \eta_d \eta_6)^{-1} + \frac{10^4}{2 L_m L_n R} \times \sum_{i=1}^{i = \frac{2 L_m L_n}{\frac{\pi L_m^2}{90} \arcsin \frac{l}{2 L_m} + \frac{l}{2} \sqrt{4 L_m^2 - l^2}} - 1} \left\{ \frac{2 G_m (f_m \cos \alpha \pm \sin \alpha)}{\eta_{тр} \eta_d \eta_6} + \right. \\ \left. + \left[G_{p1} G_{p2} + \frac{R \gamma g i}{10^4} \left(\frac{\pi L_m^2}{90} \arcsin \frac{l}{2 L_m} + \frac{l}{2} \sqrt{4 L_m^2 - l^2} \right) \right] (f_p \cos \alpha \pm \sin \alpha) \right\} (L_m - l) \left. + \frac{G_t h_u \eta_t t}{30} \right.$$

где G_m – вес трактора, Н;

f_m, f_p – коэффициент сопротивления движению трактора и прицепа соответственно;

α – уклон пути, град;

G_{p1}, G_{p2} – вес первого и второго прицепа, Н;

L_n – длина ленты, м;

L_m – вылет манипулятора ВПМ, м;

R – запас древесины на 1 га, м³;

$\eta_{тр}, \eta_d$ – КПД трансмиссии трактора и движителя;

η_6 – коэффициент, учитывающий затраты энергии на буксование;

l – расстояние переезда ВПМ между стоянками, м;

γ – коэффициент, характеризующий отношение массы дерева к объёму ствола, кг/м³;

G_t – средний удельный расход топлива трактора при холостых оборотах двигателя в установившемся тепловом режиме, кг/ч;

h_u – теплота сгорания топлива, Дж/кг;

η_t – коэффициент полезного использования топлива;

t – продолжительность обработки 1 м³ ВПМ без учета переездов, мин.

Выполненные расчеты показали, что удельная энергоёмкость, а следовательно, и расход топлива при использовании рассматриваемой трелевочной системы уменьшаются в 2-3 раза (в зависимости от условий эксплуатации) по сравнению с традиционной трелевкой деревьев машинами ЛП-18Г или ЛТ-154.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А.с. 1443859 СССР, МКИ⁴ А 01 G 23/08. Способ разработки лесосеки / А.П. Панычев (СССР). - № 4249786 / 29-15; Заявлено 26.05.87; Опубл. 15.12.88; Бюл. № 46 // Открытия. Изобретения. - 1988. - № 46. - С. 12. [2]. Панычев А. П. Некоторые варианты машинной заготовки леса // Лесн. журн. - 1996. - № 4-5. - С.79 - 84.- (Изв. высш. учеб. заведений).

УДК 630*31.001.57

Э. Ф. ГЕРЦ

Герц Эдуард Федорович родился в 1952 г., окончил в 1981 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации лесозаготовок Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 25 печатных работ по вопросам оборудования и технологии лесосечных работ.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПОЛНОПОВОРОТНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПРИ РЕШЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Приведен аналитический расчет оптимальных параметров ленты, а также методика их экспериментального определения в различных природно-производственных условиях методами имитационного моделирования.

Analytical calculation of optimal parameters of the band as well as methods of their being experimentally determined under different natural-industrial conditions by simulation modelling have been presented.

В настоящее время используют лесозаготовительные машины (ЛЗМ) с полноповоротным технологическим оборудованием. При разработке технологии их применения необходимо обосновать параметры ленты, разрабатываемой данной ЛЗМ.

Цель нашей работы – выбор рабочих параметров ленты (расстояние между волоками и стоянками машины). Правильность выбора этих параметров определяет производительность ЛЗМ.

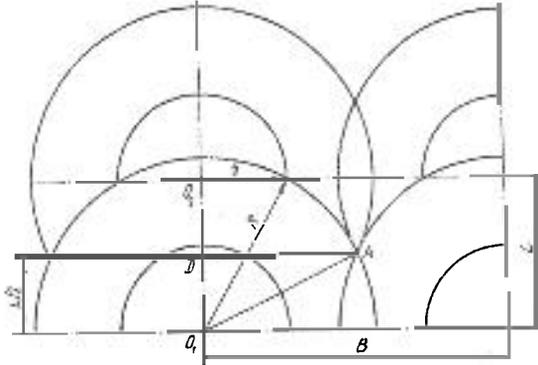


Рис.1. Схема разработки смежных лент полноповоротной ЛЗМ

В процессе разработки лесосеки полноповоротная ЛЗМ, перемещаясь по ленте фиксированной ширины, заготавливает деревья, достигаемые с ее стоянок. Ширина ленты определяется максимальным вылетом манипулятора (R). Для гарантированной досягаемости любой точки смежных полулент с одной из стоянок при любом их взаимном положении необходимо рассмотреть случай наиболее неблагоприятного сочетания стоянок на смежных лентах, при котором расстояние между волоками наименьшее. Таким сочетанием стоянок является их расположение на одной прямой, перпендикулярной оси лент (рис. 1). В этом случае расстояние между осями лент (B) находим из треугольника O_1AD :

$$B = 2 \sqrt{R^2 - L^2 / 4}, \quad (1)$$

где L – расстояние переезда.

Площадь рабочей зоны

$$S_p = S - 2 S_1 - 2 S_2, \quad (2)$$

где S – площадь круга радиусом R ;

S_1, S_2 – площадь сегмента, освоенного с предыдущей стоянки и со смежной лентой соответственно.

Значения S_1, S_2 и S_p находим по формулам

$$S_1 = R^2 \arccos \frac{L}{2R} - \frac{L}{4} \sqrt{4R^2 - L^2}; \quad (3)$$

$$S_2 = R^2 \arcsin \frac{L}{2R} - \frac{L}{4} \sqrt{4R^2 - L^2} \quad (4)$$

$$S_p = L \sqrt{4R^2 - L^2} \quad (5)$$

Максимум площади рабочей зоны определяем из условия равенства нулю первой производной:

$$S'_p = \frac{4R^2 - 2L^2}{\sqrt{4R^2 - L^2}} = 0, \quad (6)$$

отсюда оптимальное значение L

$$L = R \sqrt{2}. \quad (7)$$

После подстановки полученного значения L в формулу (1) получаем

$$B = R \sqrt{2}. \quad (8)$$

Таким образом, значения L и B , определенные соответственно по формулам (7) и (8), обеспечивают максимум рабочей площади, а значит, и максимальный объем пачки, формируемой на стоянке. Однако переезд на такое расстояние возможен только в тех случаях, когда машина может пройти на достаточную глубину вдоль оси волока. Расстояние переезда ВПМ между стоянками складывается из гарантированного расстояния переезда, равного разности максимального и минимального (r) вылетов манипулятора и некоторого дополнительного расстояния переезда (l_n), значение которого определяется наличием промежутков между деревьями и габаритами ЛЗМ:

$$L = R - r + l_n. \quad (9)$$

Принципиальная блок-схема имитационной модели для расчета значения L приведена на рис. 2. Исходными данными для работы модели являются густота насаждения (N) и габариты ВПМ, в качестве которых для упрощения принимается минимальный вылет манипулятора (r).

Моделирование координат деревьев на ленте выполняют с использованием датчика случайных чисел. При этом моделируют вначале ординаты всех деревьев, затем осуществляют ранжирование ряда и после этого моделируют абсциссу каждого дерева.

Координаты ВПМ на ленте находят следующим образом. Абсцисса ВПМ всегда равна абсциссе середины ленты, т.е. ВПМ движется прямолинейно вдоль оси ленты. Ордината ВПМ определяется условием отсутствия деревьев, препятствующих ее перемещению:



Рис.2. Принципиальная блок-схема работы полноповоротной ЛЗМ

$$y_{oi} = y_j - r \quad (10)$$

при $B/2 - r < x_j \leq B/2 + r, \quad (11)$

где y_{oi} – ордината i -й стоянки ВПМ;

y_j, x_j – ордината и абсцисса j -го дерева.

Кроме того, расстояние переезда ограничивается условием необходимости заготовки деревьев, ордината которых меньше ординаты стоянки, т.е. должны быть заготовлены деревья, мимо которых ЛЗМ проехала беспрепятственно:

$$y_{oi} \leq \sqrt{R^2 - x_j^2} + y_j. \quad (12)$$

Возможность заготовки с данной стоянки каждого дерева, расположенного на ленте, определяется расстоянием от дерева до оси вращения манипулятора (R):

$$R_j = \sqrt{(y_{oi} - y_j)^2 + (B/2 \pm x_j)^2}. \quad (13)$$

Графическая интерпретация реализации имитационной модели для ЛЗМ с заданными максимальным и минимальным вылетами манипулятора и при различных густотах насаждений показана на рис. 3.

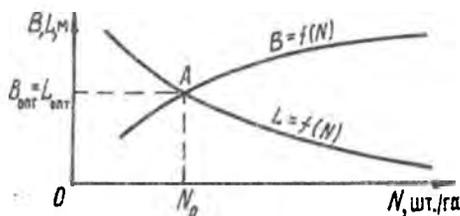


Рис.3. График зависимости среднего расстояния переезда ЛЗМ и ширины ленты от густоты насаждений

Точка A на этом графике соответствует значениям среднего расстояния переезда и ширины ленты при максимально возможной площади рабочей зоны, которые достигаются только при густоте насаждения не более N_0 . Таким образом, из данного графика следует, что ширина ленты и расстояние переезда при густотах насаждения ниже N_0 могут

быть рекомендованы на уровне расчетных. В более густых насаждениях ширину пасаки следует устанавливать в соответствии с графиком $B = f(N)$, а расстояние переезда на уровне текущего значения графика $L = f(N)$ или выше с учетом обязательности заготовки всех деревьев на ленте.

Имитационная модель может быть использована и для решения обратной задачи, т.е. обоснования параметров ЛЗМ. Исходными данными для ее решения являются характеристики насаждения и требуемая технология.

УДК 528.482

Б.К. АБРАМОВ, Н.Е. КОСТОМАРОВ, Л.Г. КАЛЕНТЬЕВА

Абрамов Борис Константинович родился в 1939 г., окончил в 1966 г. Свердловский горный институт, кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта леса Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 44 печатные работы по инженерной геодезии.



Костомаров Николай Ефремович родился в 1933 г., окончил в 1955 г. Ленинградский горный институт, кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта леса Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 60 печатных работ по инженерной геодезии.



Калентьева Лидия Гергардовна родилась в 1953 г., окончила в 1977 г. Свердловский горный институт, старший преподаватель кафедры транспорта леса Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 14 печатных работ по инженерной геодезии.



ОПЫТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЗА ПОЛОЖЕНИЕМ ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ

Приведен комплекс геодезических наблюдений за состоянием подкрановых путей на различных предприятиях, включающий определение ширины колеи, положение путей в плане и вертикальной плоскости, анализ факторов, влияющих на деформирование рельсовых путей.

The package of geodetic studies into the reach of crane tracks' position at different enterprises including determination of gage width, position of rail tracks in a plane and upright position, analysis of factors having an effect on rail tracks' deformation has been presented.

Состояние подкрановых путей козловых и мостовых кранов на различных предприятиях должно отвечать определенным требованиям по их эксплуатации. В связи с этим необходим постоянный и систематический геодезический контроль их положения. Комплекс геодезических наблюдений включает в себя определение фактической ширины колеи, прямолинейности осей рельсов, их продольных и поперечных уклонов.

Допустимые отклонения этих параметров в процессе эксплуатации кранов [1, 2] невелики (табл. 1), поэтому точность геодезических измерений должна обеспечивать надежность их определения, особенно на подкрановых путях протяженностью более 400 м. Общепринятые методы такого контроля не всегда применимы.

Геодезические измерения зачастую осложнились в связи с невозможностью использовать отдельные косвенные способы (микротриангуляция, фотограмметрия, ломаный базис и т.д.) для определения ширины колеи, так как на складах пространство между колоннами или рельсовыми путями, как правило, заполнено складываемым материалом. Применение метода непосредственных измерений ширины колеи связано с большим объемом линейных измерений и остановкой кранов на длительное время.

В данных условиях для определения планового положения подкрановых путей оптимальным для мостовых и единственно возможным для козловых кранов является опробованный авторами статьи способ определения отклонений осей рельсов от двух створных линий. Прямолинейность рельсов при этом определяется не

Таблица 1

Допустимые отклонения рельсовых крановых путей при эксплуатации

Допуск, мм	Мостовые краны	Козловые краны
Разность отметок головок крановых рельсов:		
в одном поперечном сечении	20	15
на соседних колоннах при расстоянии между колоннами 10 м и более	20	-
на длине 10 м кранового пути	-	30
Отклонение в расстоянии между осями крановых рельсов, мм	15	12
Отклонение рельса от прямой линии (для мостовых кранов на участке 40 м, для козловых – 30 м), мм	20	20

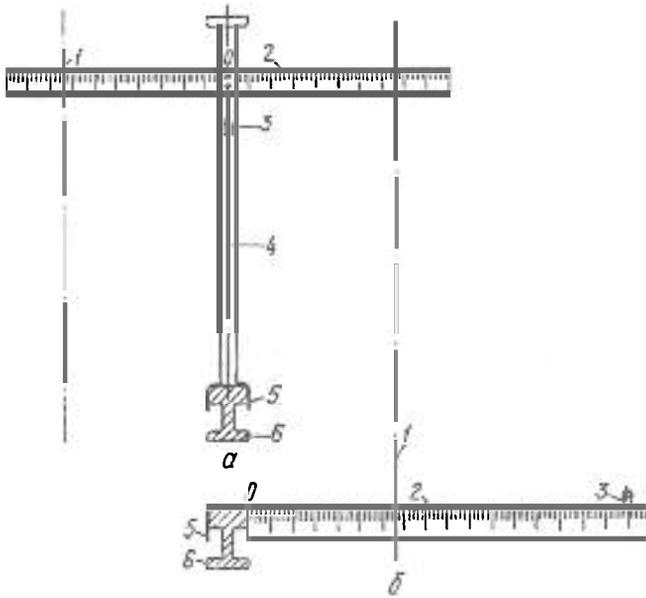
абсолютными смещениями, а отклонениями от прямой, проходящей через середину головки рельса в начале и конце исследуемого участка пути, или от параллельной ей линии. Затем, используя замеры ширины колеи в начале и конце участка пути, вычисляли расстояние между осями рельсов в нужных точках. При таком способе отпадает необходимость в закреплении постоянных створных линий и контроле за их неподвижностью [1]. Для технических целей достаточно при каждой серии измерений создавать временную геодезическую сеть на уровне рельсовых путей.

В качестве створной линии мы использовали оптический луч, проходящий в коллимационной плоскости зрительной трубы прибора. Для повышения точности створных измерений необходимо использовать приборы с большим увеличением. Этому условию, в первую очередь, отвечают специальные створные приборы – алиниометры и микротелескопы с увеличением зрительных труб соответственно $67\times$ и $30\times$. Выпуск специальных створных приборов ограничен, поэтому применяли теодолиты с оптическим центрированием (ЗТ2КП, ЗТ5КП) и с увеличением $30\times$.

Конструкции кранов не позволяют прокладывать створ по оси рельса. Поэтому целесообразно смещать его на 30 ... 40 см у мостовых кранов и на 60 ... 70 см у козловых в сторону, где помехи от элементов конструкций опор наименьшие.

В качестве визирного сигнала первоначально использовали стойки прибора рихтовки путей (ПРП), предварительно заменив короткую заводскую рейку на нивелирную с длиной плеч по 0,5 м с обеих сторон штанги (рис. а). Однако в этом случае ошибка на неперпендикулярность штанги, устанавливаемой по круглому уровню, в полном объеме входит в ошибку створных измерений. Эта ошибка исключается в разработанной нами конструкции визирного сигнала (рис. б), в которой отрезок нивелирной рейки длиной 0,9 м опущен до уровня рельса. Пята этой рейки, устанавливаемой в горизонтальной плоскости по круглому уровню, скобой плотно прижимается к щеке головки рельса. Это позволяет более надежно брать отсчеты по рейке на расстоянии до 200 м. У козловых кранов эта длина определяется наличием коридоров в складываемых материалах, позволяющих замерить ширину колеи. На подкрановых путях протяженностью более 200 м используем независимые створы длиной по 200 м, перекрывающиеся по концам на интервалах 30 м у мостовых кранов и 20 м – у козловых. Это необходимо для определения отклонений рельсов от прямой линии на отрезках 40 м у мостовых кранов и 30 м – у козловых, что соответствует требованиям правил их эксплуатации [2].

Временный оптический створ закрепляют следующим образом. На трапе передвижения людей или на поверхности земли в начале рельсового пути или 200-метрового интервала устанавливают в рабочее положение теодолит на рекомендуемых расстояниях от головки рельса. Под теодолитом на рельсе крепят рейку, по которой с помощью



Конструкция створных сигналов-реек: *a* – на базе стойки ПРП; *б* – предложенная авторами; *1* – возможные положения створов; *2* – рейка; *3* – круглый уровень; *4* – стойка ПРП; *5* – упругая скоба; *б* – рельс

оптического центрира берут отсчет, соответствующий расстоянию от вертикальной оси вращения теодолита до щеки головки рельса. Затем визирный сигнал (рейку) переносят и устанавливают на рельсе в конец створа, трубу теодолита наводят на тот же отсчет и в таком положении закрепляют. В целях контроля за неизменностью положения оптического створа в конце участка целесообразно устанавливать экран, на котором отмечают конечную точку створа.

Визирный сигнал последовательно размещают на головке рельса над каждой колонкой, а на наземных подкрановых путях – через 10 м. По рейке сигнала берут отсчеты с помощью зрительной трубы теодолита, закрепленной в направлении створа.

Отклонения оси рельса в любых его точках от прямой, проходящей через центры рельса в начале и конце пути (или 200-метрового интервала), определяют вычитая из отсчета по рейке в начальной точке отсчеты во всех остальных точках при створах, расположенных снаружи и, наоборот, из отсчетов в промежуточных точках отсчет в начальной точке при створе, расположенном внутри подкрановых путей. Если отклонение приводит к уширению колеи, оно считается положительным, к сужению – отрицательным. После этого легко определить недопустимые отклонения оси рельса от прямой линии в зависимости от типа крана на любом 30-40-метровом интервале пути, в том числе и на

сопряжении створов. Аналогично разбивают створ вдоль второго рельса. Находят отклонения оси второго рельса от прямой линии.

Положение оси рельсов в начальной и конечной точках подкранового пути (створа) определяют с помощью штангенциркуля, расстояние между осями рельсов – рулеткой. В измеренные длины вводят поправки на компарирование, провес и температуру рулетки.

Для вычисления ширины колеи во всех необходимых точках определяют ширину створа в начале ($Ш_n$) и в конце ($Ш_k$) подкранового пути (200-метрового интервала):

$$\begin{aligned} Ш_n &= l_n \pm a_n \pm b_n ; \\ Ш_k &= l_k \pm a_k \pm b_k , \end{aligned} \quad (1)$$

где l_n, l_k – ширина колеи в начальной и конечной точках;

a_n, a_k – отсчеты по рейке в начальной и конечной точках первого рельса;

b_n, b_k – то же в точках второго рельса.

Знак минус принимают в формулах, когда створ располагается между рельсами подкранового пути. Ввиду непараллельности створов ширину колеи в каждой точке (l_i) находят по формуле

$$l_i = Ш_n - \frac{Ш_n - Ш_k}{D} D_i \pm a_i \pm b_i , \quad (2)$$

где D – длина створа;

D_i – расстояние от начала створа до определяемой точки;

a_i, b_i – отсчеты по рейке в определяемой точке, соответственно первого и второго рельса.

Знак минус ставят для створа снаружи колеи, плюс – для створа внутри подкрановых путей.

Однако не всегда удастся создать створные линии таким образом. Например, на Нижнетагильской металлбазе на мостовых кранах № 12, 13 нет пешеходных трапов вдоль рельсов, доступ к подкрановым путям возможен только с кранов. Длина подкрановых путей 204 м. Установка теодолита непосредственно в начале рельсов исключена. Поэтому его размещают на площадке галереи в торце пути, чтобы визирный луч зрительной трубы находился в пределах рейки сигнала. Закрепляют створ и производят створные измерения во всех точках, включая начальную и конечную. В данном случае находят отклонения оси рельса от створа, не параллельного линии, проходящей через центры рельсов в начале и конце пути. Для определения прямолинейности рельса на всем его протяжении нужно отклонение в конечной точке рельса привести к нулю, а в отклонения от прямой линии в любой точке рельса ввести поправки:

$$\Delta n = \frac{n}{D} D_i , \quad (3)$$

где n – отклонение оси рельса от прямой в конечной точке.

Полученные таким образом отклонения дают общую картину прямолинейности рельса на всем его протяжении, но не на отрезках пути, что требуется правилами безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов [2].

Для определения степени прямолинейности рельса на отрезке 30 ... 40 м в зависимости от типа крана отклонения на концах рассматриваемого интервала от общей прямой необходимо привести к нулевым значениям. Для этого из отклонения оси рельса от общей прямой линии вычитают отклонение от той же прямой в начальной точке интервала. Затем во все полученные отклонения на данном интервале, кроме начального, вводят поправки, определяемые по формуле (3). При этом за D принимают длину проверяемого отрезка. Таким образом последовательно просчитывают все 30- или 40-метровые отрезки рельса. Результаты вычислений сравнивают с допустимыми значениями этих параметров [2].

Положение подкрановых рельсовых путей в вертикальной плоскости получают геометрическим нивелированием с использованием нивелиров Н-3, Н-ЗКЛ. Вертикальное положение наземных подкрановых путей определяют техническим нивелированием, а надземных – нивелированием 4-го класса. Для повышения точности целесообразно прокладывать замкнутые нивелирные ходы вдоль рельсов с последующим уравниванием, а нивелирование проводить короткими лучами до 50 м. Однако это не всегда возможно.

На Нижнетагильской металлобазе установка нивелира возможна только в торце подкрановых путей. В этом случае высоты головок рельсов вычисляют через горизонт прибора при условии взятия отсчетов по черной и красной сторонам рейки с введением поправок за неравенство лучей визирования. При проведении поверок нивелира тщательно определяют значение угла i (между осью цилиндрического уровня и визирной осью зрительной трубы у нивелиров Н-3 или между горизонтальной плоскостью и осью зрительной трубы у нивелиров с компенсаторами). Поправку Δh_i находят по формуле

$$\Delta h_i = \frac{i \Delta l}{\rho''}, \quad (4)$$

где Δl – неравенство лучей визирования;

ρ'' – число секунд в радиане.

Многолетний опыт наблюдений за состоянием подкрановых путей показал, что на неизменное положение рельсов, наряду с механическим воздействием кранов, большое влияние оказывают сезонные колебания температуры. Значительному деформированию подвержены подкрановые пути в зимне-весенний период, находящиеся на участках со сложными гидрогеологическими условиями, особенно наземные пути. Наиболее сложной в этом отношении была весна 1994 г. Например, на Свердловской металлобазе № 1 даже визуальный

Таблица 2

**Результаты геодезических измерений
на подкрановых путях крана ККС-10 Свердловской металлбазы № 1**

Номер пикета	Ширина колеи, м		Высота головки рельса относительно опорного репера, м			
			северного		южного	
	19.04.94	20.08.94	19.04.94	20.08.94	19.04.94	20.08.94
0	19,990	19,995	10,000	10,000	9,974	10,009
1	19,996	19,979	9,993	9,988	9,980	9,995
2	20,001	19,980	10,006	9,971	9,995	9,991
3	20,004	19,995	10,055	9,976	9,997	9,992
4	20,012	19,994	10,097	9,996	10,087	9,998
5	20,009	19,997	10,032	9,980	9,991	9,996
6	20,003	19,998	10,040	9,988	9,978	10,002
7	20,003	20,008	10,034	9,991	9,973	10,003
8	20,002	20,013	10,023	9,992	10,001	9,985
9	20,000	20,005	10,073	9,983	10,017	9,991
9 + 8,5 м	20,016	20,012	10,059	9,999	9,995	10,008

осмотр рельсов, проведенный 19 апреля, показал, что они на отдельных участках вспучены и искривлены. Результаты инструментальных наблюдений приведены в табл. 2. После полного оттаивания грунтов положение намного улучшилось, о чем свидетельствует летняя серия измерений (20 августа).

Исходя из сказанного, мы пришли к заключению, что геодезический контроль за состоянием подкрановых путей целесообразно проводить в летний период – после полного оттаивания грунта и до его замерзания. К этому периоду следует приурочивать и ремонт путей. В период замерзания и оттаивания грунтов геодезический контроль за подкрановыми путями неэффективен, так как рихтовка путей зимой невозможна, а весной нежелательна ввиду того, что с наступлением теплого времени положение рельсов стабилизируется. В этот период достаточно ограничиваться визуальными осмотрами подкранового пути.

Изложенный опыт геодезического контроля будет интересен для специалистов данного профиля и может быть ими использован в условиях, аналогичных описанным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гальшин В.Н., Репалов В.Н. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации подкрановых путей. - М.: Недра, 1980. - 123 с.
[2]. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. - М.: Металлургия, 1982. - 232 с.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК [630*81+674.04].001.5

А. П. БЕРСЕНЕВ



Берсенеv Альвиан Павлович родился в 1925 г., окончил в 1951 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины Уральской государственной лесотехнической академии, заслуженный работник лесной промышленности России. Имеет около 30 печатных работ в области сохранения древесины в строительстве.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА КАФЕДРЫ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Названная кафедра основана в 1947 г. доктором сельскохозяйственных наук, профессором, заслуженным деятелем науки и техники В.Н. Петри. В 1959 г. при кафедре была образована Проблемная лаборатория. Ныне это крупное учебно-научное подразделение академии. Рассмотрим основные направления исследований.

Древесиноведение. Под руководством и при непосредственном участии В.Н. Петри были выявлены причины массового поражения домовыми грибами деревянных конструкций и деталей зданий; разработан комплекс мероприятий по противогрибковой профилактике в строящихся зданиях и борьбе с уже начинавшимся гниением деревянных элементов зданий. Изучены физико-механические свойства древесины при отрицательных и высоких температурах; предложен ускоренный метод пропитки сырой древесины маслянистыми антисептиками;

даны рекомендации по использованию лиственных пород в строительстве [19]; создан метод оценки токсичности антисептиков для дерево-разрушающих грибов по вероятности защиты древесины. Эти исследования позволили Д.А. Беленкову [5, 6] разработать способ оценки токсичности антисептиков с помощью пропит-анализа. Им была защищена докторская диссертация. Для работы кафедры по перечисленным вопросам были налажены связи со строительными и научно-исследовательскими организациями Урала: трестами «Тагилстрой», «Сеуралтрубстрой», НИИ по строительству (г.Свердловск и др.) [13, 19].

Сушка древесины и древесных частиц. Ю.М. Ошурков изучал вопросы термодинамики процессов сушки древесины. Им разработана диаграмма удельного химического потенциала агента сушки, которая позволяет не только иллюстрировать графически этот важнейший термодинамический параметр, но и объяснять явления, связанные со статикой и кинетикой процесса сушки; даны рекомендации по улучшению теплофизических характеристик сушильных камер периодического действия [8, 12].

В.Н. Чернов работал над вопросами интенсифицированной воздушной сушки пиломатериалов при невысоких температурах [8]. Проблеме автоматизации управления процессом сушки древесины посвящены исследования Л.В. Бурко [8].

Важные работы, выполненные П.И. Ананьиним и А.П. Кобыльских, посвящены вопросам высокотемпературной сушки в среде перегретого пара и сушке древесных частиц в «кипящем» слое [16, 17]. Работы этих авторов отмечены медалями ВДНХ, одобрены Всесоюзной конференцией по внедрению прогрессивных способов сушки древесины и широко применяются в деревообрабатывающей промышленности. Изучено влияние высокотемпературной сушки на физико-механические свойства древесины; разработаны способы дистанционного контроля и системы автоматизации процесса сушки древесины в среде перегретого пара; даны рекомендации по проектированию камер для сушки при атмосферном давлении [3].

А.П. Кобыльским разработан метод сушки древесных частиц в «кипящем» слое, изготовлена лабораторная установка для осуществления этого процесса. Задача состояла в получении кипящего слоя древесных частиц, различных по форме (опилки, стружка, дробленка, волокно), фракционному составу и объемному весу, разработке оптимальных конструкций газораспределительных решеток [13]. Установлено, что конечная влажность при этом способе сушки зависит от температуры газа и начальной влажности древесных частиц [16, 21].

Долговечность плит из древесных частиц. В процессе исследований, выполняемых А.П. Берсеневым [7-11, 14], получены результаты длительных и ускоренных испытаний древесностружечных, древесноопилочных, древесноцементных плит; изучено влияние факторов технологического процесса на стабильность показателей физико-механических свойств плит, а также влияние условий эксплуатации:

увлажнения, нагревания, облучения, высыхания, замораживания и оттаивания. Апробированы и рекомендованы для применения методы защиты и повышения долговечности плит из древесных частиц в строительстве, авто- и вагоностроении, производстве тары. В настоящее время в небольших цехах по производству древесностружечных плит работает более десяти установок для сушки древесных частиц в кипящем слое.

Изменение физико-механических свойств плит зависит от условий среды, в которой они используются. Условия среды можно разделить на три группы: оптимальные, нормальные и недопустимые. В недопустимых условиях процессы старения происходят быстро, и плиты разрушаются. Нормальные условия эксплуатации плит различны и зависят от области применения. Для плит, используемых при изготовлении мебели, характерно постоянство температурно-влажностных условий. Для плит, применяемых при отделке стен и подшивке потолков, нормальными будут условия, в которых одна сторона плит находится под влиянием режима помещения, а вторая примыкает к влажному материалу и т.п.

Исследования показали, что с увеличением продолжительности выдержки плит в атмосферных условиях предел прочности при изгибе уменьшается [14]. Установлено влияние на физико-механические свойства плит при эксплуатации таких факторов, как порода древесины, размер, форма и влажность частиц, количество и тип связующего, объемный вес, режим прессования и др. Влияние этих факторов оценивали как ускоренными методами в лабораторных условиях, так и при эксплуатации в естественных условиях. Методика эксперимента учитывала большинство агрессивных факторов: воздействие тепла (тепловое старение); облучение ультрафиолетовыми лучами при повышенной температуре (светотепловое старение); попеременное воздействие замораживания, оттаивания в воде и высыхания; оттаивание на воздухе с облучением ультрафиолетовыми лучами и сушка; совокупное светотепловое воздействие с увлажнением и без него. Кроме того, методика предусматривала апробирование некоторых защитных мер для стабилизации физико-механических свойств при старении (покрытие масляной краской, смолой ЭД-5, жидкостью ГКЖ-94; гидрофобизация петролатумом). При испытании плит в атмосферных условиях применяли покрытие силикатной краской на калиевом жидком стекле, поливинилацетатной краской по грунтовке ПХВ, эмалью перхлорвиниловой по грунтовке ПХВ, масляной фасадкой известковой, жидкостью ГКЖ-94, эпоксидной смолой ЭД-5.

Влияние перечисленных факторов старения на свойства плит (объемный вес, разбухание, водопоглощение, потеря веса, изменение размеров, пределы прочности при статическом изгибе, внешний вид) учитывали с помощью физико-механических методов [7, 8, 10, 11].

На основании проведенных исследований по стабилизации физико-механических свойств древесностружечных плит рекомендовано следующее: повышение содержания связующих веществ; термическая

обработка стружки [13, 15]; пропитка стружки низкомолекулярными смолами; применение гидрофобных добавок, защитных покрытий и ионизирующего излучения.

Новые плитные материалы – лигноуглеводные пластики (ЛУДП). Эти работы основаны на научной гипотезе проф. В.Н. Петри и доц. И.А. Вахрушевой об образовании пластиков из древесных частиц и одревесневших остатков без добавления связующих за счет реакционной способности компонентов древесины [20]. Установлено, что по характеру основных химических и физико-химических процессов, приводящих при горячем прессовании и последующем конденсировании к образованию прочных и водостойких материалов, ЛУДП коренным образом отличаются от древесностружечных плит на синтетических смолах, а также от пьезотермопластиков. Большой интерес представляют работы В.Н. Петри и Ю.М. Луговых о роли лигнина при образовании ЛУДП [18] и глубине химических превращений в запрессованных древесных частицах ели [4]; А.С. Аккерман и З.А. Юсуповой о теории химической активности водозэкстрактивных веществ в процессе образования ЛУДП [2], а также работы И.А. Вахрушевой, В.А. Глумовой, Г.А. Медведевой, С.С. Тютикова и др. [8]. В работе [1] установлены физико-механические показатели ЛУДП из сосновых опилок с добавлением листовенничной камеди, в [21] – методы улучшения физико-механических свойств ЛУДП из древесных частиц ели путем подбора их размеров и формы.

Важное значение имеет разработка экспресс-методов оптимизации параметров технологического процесса производства ЛУДП на основе математического планирования эксперимента.

В.А. Глумовой и А.Д. Лазаревой методом Бокса–Уилсона подобраны оптимальные условия прессования ЛУДП из древесных частиц сосны при изменении давления; определены оптимальные влажностный и температурный режимы; доказана необходимость использования математических методов планирования эксперимента для оптимизации технологического процесса производства ЛУДП [21].

На основании результатов исследований разработаны и во многих случаях осуществлены в промышленных масштабах технологические процессы производства ЛУДП из древесных частиц и одревесневших остатков без добавления связующего (Херсонский ЦБК, Нововолжский комбинат «Стройдеталь», Уфимский ДОК «Башстройдеталь», Шалахский ДОЗ, Самарский леспромхоз).

Облагораживание сырья и пластиков. Образование ЛУДП неразрывно связано с гидролитическими превращениями в прессматериале. От характера и глубины этих процессов зависит не только реакционная способность компонентов древесины (лигнин, углеводы), но и направление, и конечные результаты (проявляющиеся в свойствах готового продукта) химических и физико-химических превращений, происходящих в прессматериале при пьезотермической обработке.

Признаны перспективными исследования по облагораживанию сырья для изготовления пластиков путем добавления к нему различных химических реагентов. Введение для активации процессов уксусной кислоты, медного купороса, хлористого аммония, хлористого кальция дало положительные результаты. Облагораживание пластиков за счет отделки их лакокрасочными составами и декоративным шпоном отражено в работах Г.М. Лутошкиной и Г.А. Повод [21].

Исследованиями И.А. Вахрушевой, А.С. Аккерман, В.Н. Антаковой установлен технологический режим изготовления пластиков из древесных частиц лиственницы, сосны, ели, кедра [21]. Н.Н. Брусин, М.Е. Мельникова, В.В. Трашунин, З.А. Юсупова и др. разработали технологию производства ЛУДП из лиственничного шпона, станочной лиственничной стружки, цельнопрессованных изделий из древесных частиц.

Определенный интерес представляют работы С.С. Тютикова по изготовлению пластиков из гниющих сосновых частиц [21]; А.В. Дружинина по влиянию термообработки и атмосферных воздействий на свойства пластиков из бересты и изучению электрических свойств пластиков из бересты [21]; В.А. Чернышевой и А.В. Дружинина по биостойкости пластиков из коры березы [21].

Сушка. На основании работ В.В. Сергеева и А.Л. Яснова по сушке древесины создана серия унифицированных камер периодического действия для небольших деревообрабатывающих и мебельных цехов. В качестве теплоносителя в них используют горячую воду, пар, электроэнергию. Вся исходная нормативно-техническая документация и технические предложения на проектирование разработаны сотрудниками кафедры. За четыре года изготовлено более 90 установок типа ИУ, в которых высушивается около 100 тыс. м³ пиломатериалов в год по технологии, разработанной специально для этих установок.

В настоящее время ведутся работы по созданию газогенераторных лесосушильных установок. Их внедрение в промышленность позволит значительно сократить себестоимость сушки и обеспечить сухими пиломатериалами деревообрабатывающие цеха лесхозов и леспромхозов.

Большое теоретическое и практическое значение имеют исследования влияния режимов сушки на улучшение резонансных свойств ели, проводимые Л.В. Бурко. Изучено воздействие токов ВЧ и СВЧ, а также гамма-облучения на физико-механические свойства древесины; разрабатываются рациональные режимы конвективно-вакуумной сушки древесины.

Подготовка научных кадров. С момента организации кафедры сотрудниками, аспирантами и соискателями подготовлено 70 кандидатских диссертаций, опубликовано 10 монографий, 5 сборников научно-исследовательских работ, свыше 1000 статей, получено более 30 авторских свидетельств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Аккерман А.С. О влиянии некоторых факторов на физико-механические показатели лигноуглеводных пластиков из сосновых опилок с добавлением лиственничной камеди // Лесн. журн. - 1966. - № 2. - (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Аккерман А.С., Петри В.И., Юсупова З.А. К теории химической активности водозастраиваемых веществ в процессе образования ЛУДП // Тр. УЛТИ. - М.; Свердловск, 1971. - Вып. 24. [3]. Ананьин П.И., Петри В.И. Высокотемпературная сушка древесины. - М.: Гослесбумиздат, 1963. [4]. Антакова В.Н. Зависимость физико-механических свойств ЛУДП от глубины химических превращений в запрессованных частицах ели // Сб. науч. тр. аспирантов и соискателей УЛТИ. - М.; Свердловск, 1969. [5]. Беленков Д.А. Оценка токсичности антисептиков для дереворазрушающих грибов по вероятности защиты древесины // Тр. УЛТИ. - 1972. - Вып. 26. [6]. Беленков Д.А. Способ оценки токсичности антисептиков по вероятности защиты древесины с помощью пропит-анализа // Тр. УЛТИ. - 1969. - Вып. 20. [7]. Берсенев А.П. Влияние технологических факторов производства на стабильность физико-механических свойств плит из древесных частиц при ускоренных испытаниях на старение // Тр. УЛТИ. - 1969. - Вып. XX. [8]. Берсенев А.П. Исследование корреляции между ускоренными и натуральными испытаниями плит из древесных частиц // Тр. УЛТИ. - 1972. - Вып. 26. [9]. Берсенев А.П. Методы искусственного старения древесностружечных плит // Механическая обработка древесины. - 1969. [10]. Берсенев А.П. Методы исследования ускоренного старения плит из древесных частиц // Тр. УЛТИ. - 1969. - Вып. XX. [11]. Берсенев А.П. Опыт эксплуатации полов из древесностружечных и опилочных плит // Тр. УЛТИ. - 1981. - Вып. 24. [12]. Берсенев А.П. Основные вопросы проблемы долговечности плит из древесных частиц на синтетических смолах // Тр. УЛТИ. - 1971. - Вып. 24. [13]. Берсенев А.П. Пропитка сырой древесины методом ускоренной высокотемпературной горяче-холодной ванны // Рациональное использование и сохранение древесины в строительстве: Тр. УЛТИ. - М.; Челябинск, 1957. - Сб. 17. [14]. Берсенев А.П. Стабилизация физико-механических свойств древесностружечных плит // Древесные плиты и пластики. - М.; Свердловск, 1973. [15]. Берсенев А.П., Фокина А.Г. Влияние гамма-излучений на влагопоглощение опилочных плит // Лесн. журн. - 1962. - № 2. - (Изв. высш. учеб. заведений). [16]. Кобыльских А.П. Получение заданной влажности древесных частиц в «кипящем» слое // УЛТИ: Сб. аннотаций докладов. - М.; Свердловск, 1966. [17]. Кобыльских А.П. Сушка древесных опилок в «кипящем» слое // УЛТИ: Сб. аннотаций докладов. - М.; Свердловск, 1966. [18]. Луговых Ю.М. Изучение процессов, происходящих в прессматериалах при их трансформации в лигноуглеводные древесные пластики: Дис ... канд. техн. наук. - Свердловск, 1971. [19]. Петри В.И., Киреев А.П. Гниение деревянных частей зданий на Урале и борьба с ним // Рациональное использование и сохранение древесины в строительстве: Тр. УЛТИ. - М.; Челябинск, 1957. - Сб. 1. [20]. Петри В.И. Некоторые результаты исследования процессов, приводящих к образованию лигноуглеводных пластиков // Тр. УЛТИ. - М.; Свердловск, 1960. - Вып. 20. [21]. Плитные материалы и изделия из древесины / Под ред. В.И. Петри. - М.: Лесн. пром-сть, 1978.

УДК 674.048.2

Д.А. БЕЛЕНКОВ, Ю.А. СЕРОВ, В.Г. НОВОСЕЛОВ

Беленков Дмитрий Андреевич родился в 1923 г., окончил в 1959 г. Уральский лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и защиты леса Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 98 печатных трудов в области лесной фитопатологии, древесиноведения, защиты древесины от биоповреждений.



Серов Юрий Алексеевич родился в 1933 г., окончил в 1962 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры ботаники и защиты леса Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет более 20 печатных трудов в области разработки методов исследования антисептиков, консервирования и защиты древесины.



Новоселов Владимир Геннадьевич родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, заведующий кафедрой станков и инструментов Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет более 30 печатных научных трудов и 10 изобретений в области изучения и разработки станков, механизмов и машин для деревообработки.

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ВАКУУМНО-КОМПРЕССИОННАЯ ПРОПИТОЧНАЯ УСТАНОВКА

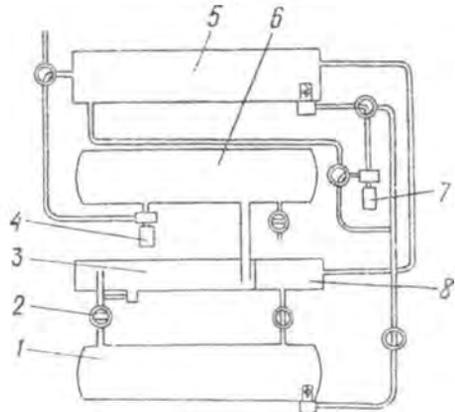
Предложена пропиточная установка, предназначенная для импрегнирования древесины водорастворимыми защитными (антисептики и антипирены) и окрашивающими составами под действием скачкообразно создаваемого вакуума.

The plant designed for wood impregnation with water-soluble protecting (preservative and fireproofing) and dyeing substances by the action of stepwise-developed vacuum has been offered.

Ускоренную и глубокую пропитку древесины защитными составами осуществляют, главным образом, в пропиточных камерах – герметически закрытых сосудах (котлах, автоклавах), где может быть создано как разрежение, так и избыточное давление, в основном жидкостное. Для всех пропиточных установок характерно наличие вакуумных и гидравлических насосов. Вакуумные насосы (масляные, водокольцевые, эжекционные) служат для создания в пропиточной камере воздушного разрежения до 600 мм рт. ст. (80 %). Такое разрежение получают обычно за 10 ... 15 мин.

Предложенная нами пропиточная установка (рис. 1), согласно патента РФ № 2011511, рассчитана на создание глубокого вакуума (95 ... 97 %) для мокрого способа (пропиточная камера заполнена раствором) за время не более 1 с, для сухого – в 2–3 приема по 3 ... 5 с.

Рис.1. Схема пропиточной установки: 1 – пропиточная емкость; 2 – вакуумный затвор; 3 – влагоотделитель; 4 – вакуумный насос; 5 – резервуар с пропиточным раствором; 6 – вакуумный ресивер; 7 – жидкостный насос; 8 – переливная емкость



Принципиальное отличие установки состоит в том, что глубокое разрежение создается предварительно в дополнительной емкости – вакуумном ресивере, сообщающемся с пропиточной камерой через быстродействующий вакуумный затвор и трубы большого проходного сечения. Резкий перепад давления воздуха при открытии затвора способствует быстрому и глубокому вакуумированию и увеличивает (на 10 ... 25 %) поглощение пропиточного раствора ядровой и спелой древесиной. Последнее, вероятно, является следствием перфорации микроструктур древесины (мембран, торусов), которая происходит за счет быстрого выхода воздуха из клеток и межклетников.

Разрежение создается в ресивере независимо от заполнения пропиточной камеры материалом и раствором. Вакуум из ресивера идет на откачку воздуха из древесины и пропиточной камеры при сухом способе, или только из древесины – при мокром. Остаточное разрежение в

ресивере отсекают от пропиточной камеры вакуумным затвором и используют в следующих циклах пропитки, а не «сравливают», как это имеет место в установках других типов. Разрежение, оставшееся в пропиточной камере после ее отключения от ресивера при сухом вакуумировании, используют для ее последующего заполнения пропиточным раствором и создания совместно с жидкостным насосом гидроудара.

На предложенной установке могут быть осуществлены различные операции технологического процесса пропитки древесины: сухое быстрое ступенчатое вакуумирование, мгновенное мокрое вакуумирование, гидроудар и статическое гидродавление. При этом основное внимание должно быть уделено вакуумированию, особенно сухому, в целях создания наибольшего разрежения в глубоких слоях пропитываемой древесины.

Водорастворимые хромомедные и хромомедномышьяковые антисептики создают кислую среду и фиксируются в древесине благодаря смещению рН в нейтральную область. Поэтому длительный контакт древесины с пропиточным раствором – явление нежелательное. Следовательно, технологический регламент должен предусматривать после глубокого вакуумирования быстрое заполнение камеры пропиточным раствором (за счет остаточного разрежения и жидкостного насоса), гидроудар и подачу раствора в вакуумированную древесину под гидростатическим давлением до 3 ... 4 ати в течение промежутка времени, необходимого для ее насыщения. Обычно это происходит в течение 40 ... 60 мин и определяется существенным замедлением падения гидродавления в пропиточной камере при выключенном жидкостном насосе.

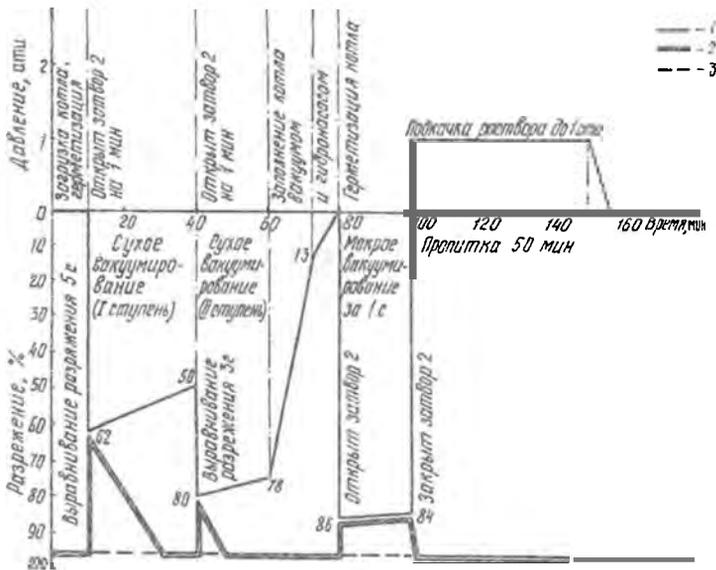


Рис.2. Диаграмма режима технологического процесса пропитки древесины на установке УГЛТА

При таком режиме пропитки в древесину вводят большое количество раствора с сохранением остаточного разрежения в ее глубоких слоях. После окончания пропитки и выгрузки древесины из пропиточной камеры это разрежение удерживает введенный в древесину раствор от вытекания, поверхность древесины остается влажной, но без капель и потеков, т.е. обеспечивается экологическая чистота пропитки. В существующих установках для этого производится послепропиточное вакуумирование древесины, что снижает производительность и степень поглощения раствора.

На рис. 2 приведена диаграмма режима технологического процесса пропитки на установке с двухступенчатым сухим вакуумированием (30 и 20 мин), заполнением пропиточной емкости раствором с помощью вакуума и падением разрежения до 13 %, герметизацией пропиточной емкости, подачей гидродавления насосом (гидроудар), отключением насоса и повторным (мокрым) вакуумированием (20 мин), повторной герметизацией пропиточной емкости и гидроударом, поддержанием давления в емкости до 1 ати в течение времени, требуемого для качественной пропитки. Для поддержания разрежения в ресивере после каждого вакуумирования производится включение вакуумного насоса.

Результаты поглощения пропиточного раствора по этому режиму приведены в таблице.

Древесина	Среднее поглощение, % от веса абс. сухой древесины								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Сосна:									
заболонь	51,9	40,9	57,3	44,4	64,9	61,8	66,3	58,8	53,8
заболонь (си- нева)	-	78,9	-	-	146,5	-	-	-	-
ядро	21,0	15,2	16,5	17,1	20,0	10,0	19,8	8,5	-
Береза:									
заболонь	56,3	42,1	51,6	55,9	57,7	54,5	53,3	51,6	-
ложное ядро	51,9	8,0	-	-	44,3	-	-	-	-
Осина, заболонь	-	-	89,1	-	-	-	-	83,3	-

Примечание. I–IX – номера пропитки.

Для качественной пропитки необходимо обеспечить влажность древесины не выше 30 % по всему сечению детали. Заболонная древесина всех пород, как правило, пропитывается на всю толщину. Для ядровой и спелой древесины поглощение пропиточного раствора увеличивается до 25 %.

Основные преимущества пропитки древесины на предлагаемой установке:

1. Высокое качество пропитки, обеспеченное большой глубиной проникновения и поглощением пропиточного раствора; отсутствие потеков на изделиях.

2. Более высокая производительность процесса за счет создания вакуума в отдельной емкости и его многократного использования;

динамического воздействия разряжения и гидродавления на древесину; отсутствия операции послепропиточного вакуумирования.

3. Снижение затрат труда и энергии на выполнение пропитки за счет рационального и эффективного использования вакуума и совмещения и сокращения длительности операций.

4. Простота и безопасность конструкции и эксплуатации установки; возможность ее изготовления в условиях ремонтно-механических мастерских предприятий.

5. Экологическая чистота технологического процесса.

УДК 674.048.2

Д.А. БЕЛЕНКОВ, В.Н. СОЗОНОВА, С.А. ГОРБУНОВА



Созонова Валентина Николаевна родилась в 1933 г., окончила в 1956 г. Свердловский сельскохозяйственный институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры ботаники и защиты леса Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 29 печатных трудов в области лесной фитопатологии и энтомологии, консервирования древесины от биоповреждений.



Горбунова Светлана Анатольевна родилась в 1967 г., окончила в 1989 г. Уральский лесотехнический институт, инженер кафедры лесной таксации и лесоустройства Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 2 печатных труда в области древесиноведения.

ХРОМОМЕДНОМЫШЬЯКОВЫЕ АНТИСЕПТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Рассмотрена технология получения отечественных антисептиков «Урал Р-111» и УЛТАН непосредственно из промышленных отходов мышьяка; приведены данные санитарно-гигиенической и экологической безопасности применения препаратов для пропитки древесины.

The technology of producing national preservatives «Ural R-111» and ULTAN directly from arsenic industrial wastes has been considered; the data on sanitary-healthy and ecologically safe application of wood impregnating preparations are given.

Хромомедномышьяковые антисептики широко производят и применяют во многих странах. Например, в контейнеростроении используют более 50 видов антисептиков данной группы. Накоплен большой опыт применения пропитанной древесины в различных отраслях. Средний срок эксплуатации такой древесины составляет 25 – 30 лет при сравнительно небольшом расходе (8 ... 12 кг/м³).

В нашей стране эти эффективные защитные средства не нашли распространения. Причинами такого положения явились недостаточное изучение зарубежного опыта, отсутствие в стране технических соединений мышьяка, арсенофобия и неудачный опыт Сенежской лаборатории по созданию препаратов МХМ-234 и МХМ-334, которые не прошли санитарно-гигиеническую экспертизу и остались на уровне лабораторных образцов [5].

В Уральском лесотехническом институте к разработке хромомедномышьяковых антисептиков приступили в конце 70-х годов. Основное направление работы состояло в поиске путей использования промышленных отходов мышьяка для изготовления препаратов и пропиточных растворов с высокими технологическими, санитарно-гигиеническими и экологическими свойствами [3].

Препарат «Урал Р-111», который получен из промывных вод сернокислотного производства Средне-Уральского медеплавильного завода (СУМЗ), содержащих 5 г и более трехвалентного мышьяка в одном литре стока [1]. Этот антисептик выдержал санитарно-гигиенические испытания в Киевском медицинском институте и был признан пригодным для пропитки деревянных деталей морских контейнеров [4]. Промышленные испытания проведены на Ильичевском судоремонтном заводе.

Изделия из древесины, пропитанной препаратом «Урал Р-111» (ящики для выращивания растений, трапы, стелаж), с 1979 г. находятся на испытаниях в оранжереях Ботанического сада РАЕН (г. Екатеринбург). Учитывая условия эксплуатации в оранжереях, можно считать, что в открытых сооружениях древесина, пропитан-

ная препаратом «Урал Р-111», в средней зоне с теплым периодом около шести месяцев будет служить без разрушения более 30 лет. Успешными были испытания пропитанной древесины на термитных полигонах МГУ в Туркмении и во Вьетнаме. Эксперименты, проведенные в Институте биологии моря (г. Владивосток), показали, что эта древесина имеет высокую стойкость к поражению морскими древооточцами. Успешными были испытания пропитанной древесины в теплицах, парниках, животноводческих помещениях.

Для приготовления пропиточного раствора на основе препарата «Урал Р-111» необходимо иметь соединения шестивалентного хрома и карбонат меди или его заменитель. Недостатки препарата «Урал Р-111»: отсутствие готовой формы, т.е. возможности приготовления пропиточного раствора непосредственно из стока; нестабильность стока и, как следствие этого, необходимость расчета количеств вводимых соединений; коррозионная агрессивность.

Другим препаратом этой группы является УЛТАН, разработанный Уральским лесотехническим институтом совместно с Институтом химии Уральского отделения АН СССР, институтом «Унипромедь» и комбинатом «Уралэлектромедь» [2]. Отходы мышьяка на комбинате «Уралэлектромедь» имеются в виде мышьяковой кислоты и арсената меди. В 1988 г. на опытно-промышленной установке шламового цеха был осуществлен выпуск промышленной партии антисептика в количестве 5 т. Реконструкция некоторых технологических процессов предусматривает получение препарата УЛТАН в виде сухого порошка, пасты или концентрата. На препарат разработаны технические условия [8].

УЛТАН прошел испытания с положительным эффектом в оранжереях, теплицах, животноводческих помещениях, при пропитке подземной крепи, столбов линий связи и электропередач, шпал и переводных брусьев для открытых горных разработок. Препарат УЛТАН выдержал проверку на санитарно-гигиеническую и экологическую безопасность. После введения антисептика в древесину образуются нерастворимые соединения, прочно фиксирующиеся на волокнах. Пропитанная древесина безопасна для всех живых существ. Ядовитое действие введенного в древесину антисептика проявляется в том случае, если разрушитель древесины будет использовать ее в пищу, предварительно осуществляется кислый гидролиз. В кислой среде мышьяковые соединения становятся растворимыми, вызывая отравление разрушителя.

Особенно эффективно применение препарата УЛТАН при пропитке деревянных полов в свинарниках. Специальные исследования Института ветеринарной санитарии показали полную безопасность пропитанных полов для животных и животноводческой продукции [6]. В процессе экспериментов установлено, что на пропитанных полах привесы животных при прочих равных условиях были выше. Так, в опытной клетке с пропитанным полом к концу откорма средний вес животных (из 70 голов) составил 120 кг, в клетках с непропитанным полом средний вес (из 230 голов) – 112 кг. Такую разницу можно объяснить различием тепловых свойств пропитанной и непропитанной древесины.

После откорма была определена послойная влажность древесины. У пропитанного пола все слои, кроме верхнего, имели влажность 25 ... 30 % (воздушно-сухая древесина), а у непропитанного – 80 ... 100 % (сырая древесина). Столь значительные различия влажности отражают высокую биостойкость и гидрофобность пропитанной древесины и сильное повреждение грибами древесины без пропитки, сопровождающееся насыщением ее влагой.

Продолжительность эксплуатации пропитанных полов увеличивается в 2 – 3 раза. Существенное снижение уровня патогенной микрофлоры благоприятно сказывается на здоровье животных [7].

В настоящее время на крупных предприятиях цветной металлургии (СУМЗ, комбинат «Уралэлектромедь», Новосибирский оловокомбинат) разработаны технологии переработки отходов мышьяка в технические продукты, пропиточные растворы и антисептик в виде порошков, брикетов, паст и концентратов. Основными потребителями этих продуктов должны быть производства, использующие древесину в условиях биологического разрушения грибами, насекомыми, моллюсками, грызунами, термитами и другими агентами.

Изложенное выше свидетельствует о высокой эффективности и экологической безопасности применения хромомедномышьяковых антисептиков для защиты древесины от биологического разрушения в самых различных условиях ее эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А.с. 959353, МКИ В 27 К. Способ производства антисептического раствора для древесины / Д.А. Беленков, В.Н. Созонова, О.Г. Передерий, А.С. Любимов, Г.В. Бабилов, Л.И. Цикарева (СССР). - № 2586124; Заявлено 03.03.78; Оpubл. 14.05.82, Бюл. № 34 // Открытия. Изобретения. - 1982. - № 34. - С. 287.
- [2]. А.с. 1584291, МКИ В 27 К. Способ получения антисептического состава для пропитки древесины / Е.М. Гертман, А.А. Ивакин, Д.А. Беленков, Л.Г. Исаева, Е.В. Воронина, В.Ф. Коровин, Е.Г. Кремко, Л.Д. Шевелева, В.А. Неживых (СССР). - № 4475804; Заявлено 23.08.88; Оpubл. 08.04.90, Бюл. № 29 // Открытия. Изобретения. - 1990. - № 29. - С. 271.
- [3]. Беленков Д.А. Вероятностный метод исследования антисептиков для древесины. - Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1991. - 177 с.
- [4]. Гигиеническая оценка термитноустойчивого препарата «Урал Р-111» для пропитки полов контейнеров, предназначенных для перевозки различных грузов, в том числе и пищевых продуктов: Отчет о НИР / Киевский медицинский ин-т; Руководитель И.В. Савицкий. - № ТР 0182: 8.027764. - Киев, 1982. - 76 с.
- [5]. Горщин С.Н. Консервирование древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1977. - 335 с.
- [6]. Оценка антисептированной древесины для полов свиноводческих помещений / Т.Г. Аббасов, О.К. Чупахина, В.В. Ермаков, Д.А. Беленков // Ветеринария. - 1988. - № 9. - С. 21-23.
- [7]. Судаков В.Г. Оптимизация условий содержания и воспроизводства свиней с целью повышения их резистентности и продуктивности: Дис ... д-ра с-х. наук. - Новосибирск, 1994. - 55 с.
- [8]. ТУ 48-0318-053 – 90. Препарат водорастворимый антисептический УЛТАН для пропитки древесины. - Введ. 01.01.90.

УДК 674.047.45

*В. В. СЕРГЕЕВ, Ю. И. ТРАКАЛО, В. В. НАСОБИН*Уральская государственная лесотехническая академия
НПП «ИнтерУрал»

Сергеев Валерий Васильевич родился в 1936 г., окончил в 1960 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 150 печатных трудов в области разработки и исследования лесосушильных камер и технологии сушки в камерах с различным теплоносителем.



Тракало Юрий Иосифович родился в 1963 г., окончил в 1988 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, зам. декана заочного факультета Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 20 печатных трудов в области разработки лесосушильных камер, исследования их статических и динамических характеристик; методического обеспечения САПР.



Насобин Виктор Васильевич родился в 1952 г., окончил в 1972 г. Уральский лесотехнический институт, генеральный директор НПП «ИнтерУрал». Имеет 12 печатных трудов в области конструкторской и дизайнерской проработки новых лесосушильных камер, их производства; организации изготовления мебели, столярно-строительных изделий из массивной древесины.

АЭРОДИНАМИКА ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР С КРИВОЛИНЕЙНЫМИ ВОЗДУХОВОДАМИ

Приведены результаты исследований лесосушильных камер с воздуховодами, обеспечивающими равномерное скоростное поле в штабеле пиломатериалов. Установлено, что при горизонтально-поперечной циркуляции агента сушки и торцовом расположении побудителя циркуляции – центробежного вентилятора, наиболее оптимальным вариантом

равномерной подачи воздуха является конструкция воздуховода с криволинейной поверхностью ограждения.

The results of investigations into timber drying kilns with air ducts ensuring uniform rate field in the tumber pile have been presented. It has been stated that in horizontal-cross-sectional circulation of drying agent and edge position of circulation booster, i.e. centrifugal fan, air duct design with curvilinear guard surface is the most optimum variant of uniform air feed.

Одним из наиболее эффективных способов интенсификации конвективного процесса сушки и улучшения качества пиломатериалов является создание равномерной циркуляции сушильного агента по всему объему высушиваемого штабеля. В лесосушильных установках периодического действия (СПЛК-1, СПВ-62, «Урал-72», АСКП-24, Латгипропром, ЛТА-65 и др.) скорость потока сушильного агента по штабелю достигает 2 ... 3 м/с, вариационный коэффициент скорости по объему штабеля, характеризующий неравномерность скоростного поля, равен 21 ... 29 %. При этом отклонения конечной влажности пиломатериалов в штабеле от ее среднего значения составляют 4 ... 5 %.

В новых лесосушильных камерах (СПМ-2к, «Урал-78», КСП-2У, УЛ-2М, СКАН, ВКСП-1, ЛЛТ4) значительно повышена равномерность скоростного поля за счет установки отражающих экранов, раздаточных перфорированных перегородок, гофрированных вектороизменяющих наклонных воздуховодов, пустотелых прокладок и т.д. Большинство из этих конвективных и конвективно-вакуумных камер имеют усовершенствованные аэродинамические схемы, но качественные показатели сушки в них неизвестны.

При совершенствовании лесосушильных камер периодического действия типа «Урал» [4] было исследовано в лабораторных условиях скоростное поле штабеля пиломатериалов при горизонтально-поперечной циркуляции агента сушки. Лабораторная модель камеры выполнена с соблюдением как геометрического, так и гидродинамического подобия натурному образцу.

Известно, что одним из основных факторов, влияющих на равномерность раздачи воздуха при торцовом его подводе, является длина канала и трение о боковую поверхность штабеля. Увеличение этих показателей способствует уменьшению скорости выхода воздуха из щелей междурядового пространства штабеля. Поэтому воздуховоды, примыкающие к боковой поверхности штабеля, имеют переменное поперечное сечение, вследствие чего статическое давление в концах канала снижается, а скорость воздуха возрастает [1].

Если взять два поперечных сечения, то приращение статического давления на участке канала между ними

$$\Delta H = \frac{\gamma(w_1^2 - w_2^2)}{2g} - \lambda \frac{x}{d} \frac{\gamma w_1^2}{2g}, \quad (1)$$

где γ – плотность воздуха;
 w_1, w_2 – скорость воздуха в поперечных сечениях;
 g – ускорение силы тяжести;
 λ – коэффициент трения;
 x – расстояние между сечениями;
 d – эквивалентный диаметр воздуховода.

Первый член в правой части уравнения (1) определяет приращение статического давления в канале из-за уменьшения скорости воздуха от w_1 до w_2 , второй – потерю давления на трение. Если уменьшить второе сечение, то w_2 возрастет и значение ΔH уменьшится, но увеличится динамическое давление на данном участке и скорость воздуха в межрядовом пространстве штабеля.

На лабораторной модели нами исследовано четыре формы воздуховодов (рис. 1, а).

Для измерения скорости использовали датчики динамического и статического давлений, подключенные к микроманометру. Их тарировали на месте установки в межрядовом пространстве модели штабеля по методике [3]. Скорость определяли по следующей формуле:

$$w = K'_c \sqrt{\frac{2(H - H_c)}{\gamma}}, \quad (2)$$

где K'_c – опытный коэффициент, $K'_c = 0,97$;
 H, H_c – осредненные полное и статическое давления;
 γ – плотность воздуха.

Относительная погрешность измерения не превышала 2,24 %.

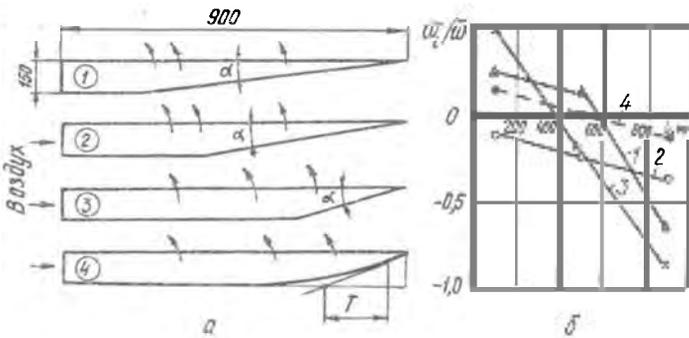


Рис.1. Формы исследуемых клиновидных воздуховодов (а) и графики скоростей (б) для них: 1 – $\alpha = 10^\circ$; 2 – 15° ; 3 – 20° ; 4 – с криволинейной боковой поверхностью ограждения камеры (α – угол между боковой поверхностью штабеля и внутренней поверхностью ограждения (см. рис.3), номер воздуховода совпадает с номером графика; T – подкасательная к экспоненте, определяемая экспериментально)

По среднестатистическим значениям w построены графики скоростей. Они позволили оценить каждый из исследуемых воздуховодов и сравнить их между собой. В результате этого установлено, что во всех случаях распределение скоростей движения воздуха по длине штабеля было неравномерным. Для сечений 1 и 3 измеренная скорость воздуха в начале штабеля (со стороны вентилятора) почти в 2 раза больше, чем в конце; для сечений 2 и 4 графики близки к прямым линиям (рис. 1, б). Кривую, образующую сечение 4, можно аппроксимировать уравнением

$$b_x = b_n \exp \left[\frac{\xi(L-x)}{Lb_n} \right], \quad (3)$$

где b_x – текущее значение ординаты;

b_n – ширина воздуховода в его начале;

ξ – коэффициент;

L – длина воздуховода;

x – текущее значение абсциссы со стороны входа воздуха в воздуховод.

Расчетные схемы воздуховодов представлены на рис. 2, а, б. Они были рекомендованы для нового поколения лесосушильных камер типа «Урал», «ИнтерУрал» (ИУ), которые изготавливают на основе технических разработок УГЛТА одним из НПП г. Екатеринбурга.

Получены следующие уравнения для расчета b_x :
натурный образец камеры ИУ

$$b_x = 0,4 \exp [-1,1 (6,5 - x)];$$

лабораторная установка

$$b_x = 90 \exp [-0,008 (850 - x)].$$

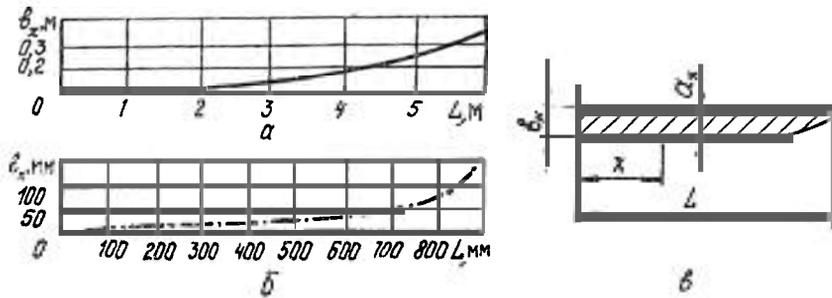


Рис.2. Расчетные схемы для воздуховодов с криволинейной боковой поверхностью ограждения: а – натурный образец камеры ИУ; б – лабораторная установка; в – форма профиля воздуховода с нанесенными размерами $x_{\min} = 0$; $x_{\max} = L$

Ширина воздуховода (расстояние между боковыми поверхностями штабеля и стенкой ограждения, рис. 2, б)

$$a_x = b_n \left\{ 1 - \exp \left[\frac{\xi_x(L-x)}{Lb_n} \right] \right\}. \quad (4)$$

Следует отметить, что основной критерий оценки скоростного поля в штабеле – средний вариационный коэффициент скорости, для лабораторной установки с клиновидным воздуховодом и промышленной камеры типа «Урал» практически имеет одинаковое значение – 26 %. Следовательно, условие гидродинамического подобия потоков соблюдено и отражает достоверность результатов исследований. Указанный критерий для воздуховода с криволинейной боковой поверхностью в модели камеры равен 13,5 %, среднее квадратичное отклонение скорости составляет $\pm 1,15$ м/с. Данный показатель подтверждает эффективность использования предложенной схемы воздуховода в лесосушильных камерах с поперечно-горизонтальной схемой циркуляции агента сушки.

Результаты исследований реализованы в новой серии лесосушильных камер типа ИУ. Аэродинамическая схема такой камеры представлена на рис. 3.

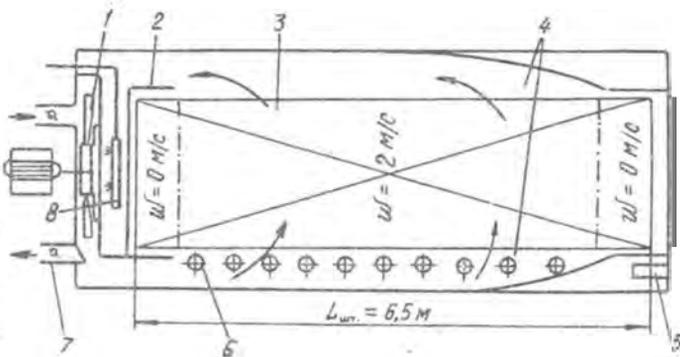


Рис.3. Схема одноштабельной лесосушильной камеры типа ИУ - 1 П: 1 – центробежный вентилятор; 2 – глухой П-образный экран; 3 – штабель пиломатериалов; 4 – воздуховоды; 5 – электронсихрометр; 6 – биметаллический однорядный калорифер; 7 – воздухообменный канал; 8 – увлажнительная труба

В таблице приведены результаты изменения влажности пиломатериалов, высушенных в камере ИУ-1П (паровая [2]). Для измерения использовали влагомер ВПК-12 (г. Архангельск, НПП «Блок»). Соответственно средние значения начальной и конечной влажности составили 44,6 и 11,7 %; отклонения от среднего значения равны $\pm 0,72$ %.

Номер штабеля	Начальная влажность, %	Конечная влажность, %, в секциях по длине доски								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	44,0	11,6	9,4	10,2	11,0	11,0	11,3	10,8	10,5	12,0
2	43,2	10,5	11,6	13,0	11,6	11,0	11,6	10,8	10,0	11,0
3	46,7	12,1	12,3	11,6	11,0	11,0	10,2	11,2	10,5	12,0

Таким образом, для камер с поперечной горизонтальной циркуляцией агента сушки через штабель близким к оптимальному следует считать клиновидный воздухопровод с криволинейной боковой поверхностью ограждения. Уравнение, описывающее кривую для одноштабельной камеры, имеет вид (3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Кречетов И.В. Сушка древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1972. - 440 с. [2]. Насобин В.В. и др.. Новые лесосушильные камеры для малых предприятий // Деревообаб. пром-сть. - 1994. - № 2. - С. 8-10. [3]. Прикладная аэродинамика / Под ред. Н.Ф. Краснова. - М.: Высш. шк., 1974. - 732 с. [4]. Сергеев В.В. Бескалориферные лесосушильные камеры. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 70 с.

УДК 674-416

*В.В. СЕРГЕЕВ, С.В. ГАГАРИНА, Е.Е. ШВАММ, С.Н. ЩУРКОВА,
Л.С. ГЛУХИХ, Ю.И. ВЕТОШКИН*

СТРОГАНЫЙ ШПОН НЕТРАДИЦИОННЫХ ПОРОД – ОБЛИЦОВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ МЕБЕЛИ

Предложено использовать в качестве облицовочного материала для древесностружечных плит шпон из нетрадиционных пород древесины.

It has been suggested that veneer of unconventional wood species be used as a facing material for particleboards.

В настоящее время мебельная промышленность в качестве облицовочного материала использует строганый шпон из древесины твердых и ценных лиственных пород, а также синтетические пленочные материалы. Применение нетрадиционных пород для изготовления облицовочного материала расширяет сырьевую базу и позволяет рационально использовать древесину.

В лаборатории кафедры механической обработки древесины УГЛТА выполнена проверка возможности облицовывания щитовых деталей мебели из древесностружечной плиты (ГОСТ 10632 – 87) строганым шпоном древесины нетрадиционных пород (сосна, береза, осина, ольха).

Лабораторные исследования проведены на образцах размером 300×300 мм из древесностружечной плиты марок П-А и П-Б толщиной 16 мм, влажностью (8 ± 2) %. Шероховатость поверхности перед облицовыванием – 60 ... 100 мкм. Толщина строганого шпона сосны составляла 1,0 мм, березы и осины – 0,8 мм, ольхи – 0,8 и 0,7 мм. Влажность шпона – 6 ... 7 %. При облицовке шпон подбирали по толщине и качеству. Облицовку осуществляли с применением клея на основе смолы КФ-Ж(М) (ГОСТ 14231 – 88), в качестве отвердителя использовали хлористый аммоний (ГОСТ 2210 – 73).

Показателями, характеризующими качество облицовывания, служили прочность приклеивания шпона к основе (прочность на неравномерный отрыв) и степень пробития (проникновения) клея через шпон.

Как показали исследования, прочность клеевого соединения на неравномерный отрыв для шпона березы толщиной 0,8 мм превышает нормативную в 2,2 – 2,5 раза. При визуальной оценке качества облицованной поверхности для расхода клея 80 ... 120 г/м² пробития не обнаружено, небольшое пробитие наблюдалось при расходе 160 г/м². По результатам экспериментов определены рациональные условия облицовывания: расход клея 120 ... 160 г/м²; продолжительность выдержки под давлением 60 с при вязкости клея 60 ... 80 с.

Прочность клеевого соединения на неравномерный отрыв с использованием строганого шпона сосны толщиной 1,0 мм составляла 21,4 ... 25,8 Н/м. При облицовывании всех образцов с применением клея вязкостью 60, 80, 100 и 120 с наблюдалось его пробитие. Площадь пятен просочившегося клея возрастала с увеличением расхода клея.

Облицовывание строганым шпоном ольхи толщиной 0,8 мм производили при вязкости клея 80, 100 и 120 с и его расходе 80, 110, 120, 160 г/м², выдержке 50, 60 с. При этом прочность клеевого соединения изменялась в пределах 10,8 ... 17,7 Н/м. Пробитие не наблюдалось только при расходе клея 80 г/м².

Прочность клеевого соединения на неравномерный отрыв для шпона осины толщиной 0,8 мм изменялась от 8,9 до 19,8 Н/м при расходе клея 80, 110, 120, 160 г/м² и вязкости 80, 100, 120 с. Установлено, что прочностные показатели улучшаются при увеличении расхода клея до 120 г/м², пробитие наблюдается при расходе 120 и 160 г/м².

Результаты лабораторных исследований и промышленных испытаний, проведенных на мебельной фабрике «Авангард», Нижнетагильском мебельном комбинате, Березовском мебельно-деревообрабатывающем комбинате объединения «Средуралмебель» и ПМО «Кировмебель», подтверждают возможность использования строганого шпона березы в качестве облицовочного материала по

типовому технологическому режиму РМ-07-10 (ВПКТИМ). Применение шпона сосны, осины и ольхи в условиях типового технологического режима для облицовывания деталей мебели шпоном твердых лиственных пород нецелесообразно.

Для получения прочного клеевого соединения и качественной поверхности облицовывания шпоном из древесины сосны, осины и ольхи рекомендовано повысить вязкость клея и увеличить степень поликонденсации смолы. В связи с этим изменена технология облицовывания щитовых деталей мебели шпоном сосны, осины, ольхи и разработаны технологические процессы изготовления щитовых элементов мебели, облицованных строганным шпоном нетрадиционных пород. Способ изготовления облицовочных древесностружечных плит защищен авторским свидетельством № 4157473.

УДК 621.372

В.Д. ДЕНИСЛАМОВ

Денисламов Валерий Дмитриевич родился в 1945 г., окончил в 1969 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации производственных процессов Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 26 научных работ в области автоматизации, телемеханики, микропроцессорной техники, интегральной схемотехники.



ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДЕКРЕМЕНТА КОЛЕБАНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ИМПУЛЬСНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Приведено описание метода вычисления декремента колебаний динамических систем по их импульсным характеристикам с применением быстрого дискретного преобразования Фурье. Предложено использовать данный метод для оперативного неразрушающего контроля прочностных характеристик древесностружечных плит.

The description of the calculation method of dynamic systems' decrement oscillations to their impulse characteristics using the quick discrete Furie transform has been presented. It has been suggested that the present method should be used for the operative non-destroying control of particleboards' strength characteristics.

Круг технических задач, решаемых в деревообрабатывающей промышленности с помощью амплитудно-частотных характеристик разностных уравнений, чрезвычайно широк.

Применение современных вычислительных средств с помощью быстрого дискретного преобразования Фурье (БДПФ) позволяет с высокой скоростью производить гармонический анализ функций на основании вычисления значений амплитуды $|A(n\omega)|$ и фазового сдвига $\varphi(n\omega)$ на интересующих частотах $n \infty$ (где $0 < n < N - 1$, $N = 2^k$, k – целое число; $\omega = 2\pi / NT$, NT – продолжительность измерения, T – период дискретизации).

Особое значение в связи с этим приобретает возможность оперативного экспериментального определения динамических параметров колебательного процесса по импульсным характеристикам $h(nT)$, являющимся реакцией объекта на импульсное воздействие $\delta(t)$ [1, 2]. Однако определение одного из важных параметров, связанного с физико-механическими и прочностными характеристиками динамических объектов – декремента колебаний, как правило, затруднено. Например, один из методов экспериментального определения коэффициента затуханий по ширине частотной полосы, соответствующей спаду амплитудно-частотной характеристики на ЗдБ от своего пикового значения, обычно не позволяет получать достаточную точность вычислений. Метод «частотного взвешивания», при котором поочередно изолируются отдельные моды колебаний с последующим применением преобразования Фурье и Гильберта [3], также связан с некоторыми трудностями.

Существенного упрощения процедуры определения декремента колебаний при одновременном повышении точности с использованием преобразования Фурье можно достичь следующим образом. Резонансные частоты выделяют, выявляя максимальные значения модуля $|A(n\omega)|$ частотной характеристики $A(n\omega)$, вычисленной по импульсной функции $h(nT)$ на интервале $2NT$ (NT – традиционно выбираемый на основании теоремы отсчетов и эффектов наложения интервал).

Исходную импульсную функцию $h(nT)$ разбивают на две равные по длительности части: $h'(0, T \dots (N-1) T)$ и $h''(NT, \dots 2NT)$. Для каждой из них с помощью БДПФ вычисляют амплитудно-частотные характеристики $A'(n\omega)$ и $A''(n\omega)$. Затем по номеру $2n_i$ исследуемой резонансной частоты исходной частотной характеристики $A(n\omega)$ определяют соответствующие значения модулей амплитуд $|A'(n\omega)|$ и

$|A''(n_i\omega)|$ частотных характеристик $A'(n\omega)$ и $A''(n\omega)$ на частоте $n_i\omega$. Затем вычисляют логарифмический декремент затуханий ξ_i , по формуле

$$\xi_i = \frac{1}{N} \ln \frac{|A''(n_i\omega)|}{|A'(n_i\omega)|}.$$

Изучение предлагаемого метода показало достаточно высокую его точность. Так, при варьировании значений логарифмического декремента от 0,001 до 0,050 и частоты колебаний от $2\pi / NT$ до $4 \cdot 2\pi / NT$ отклонение вычисляемого значения от задаваемого не превышает $1 \cdot 10^{-6}$. Особенностью этого метода является его гармоничное согласование с алгоритмом БДПФ, в котором при частотном прореживании практически одновременно можно выполнять вычисления $A(n\omega)$, $A'(n\omega)$ и $A''(n\omega)$.

Следовательно, применение данного метода позволяет упростить методику перехода от временных функций к пространству состояний при неразрушающем контроле прочностных параметров древесностружечных плит.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Антонию А. Цифровые фильтры: анализ и проектирование / Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1983. - 32 с. [2]. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. пособие для вузов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1994. - 480 с. [3]. Дессинг О. Испытания конструкции. В 2-х ч. Ч. 2. Анализ методов колебаний и моделирование. - Брюль и Кьер; DKBR0639 - 11, 1989. - 70 с.

УДК 686.683.3

Г. Н. ЛЕВИНСКАЯ, Ю. Б. ЛЕВИНСКИЙ, А. В. ДРУЖИНИН

Левинская Галина Николаевна родилась в 1951 г., окончила в 1973 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры механической обработки древесины Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 35 печатных трудов в области комплексного использования древесины на лесопильно-древестообработывающих предприятиях; разработки ресурсосберегающих технологий в лесопилении; проектирования универсальных лесоперерабатывающих предприятий небольшой мощности с возможностями широкого перепрофилирования их деятельности в зависимости от рыночного спроса на определенные виды продукции.





Левинский Юрий Борисович родился в 1952 г., окончил в 1974 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 42 печатных труда в области склеивания древесины и древесных материалов; разработки и исследования перспективных технологий в производстве фанеры, древесных плит, клееных конструкций из древесины, брикетирования древесных отходов.



Дружинин Аркадий Васильевич родился в 1936 г., окончил в 1964 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой древесиноведения и специальной обработки древесины Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 47 печатных трудов в области изучения материалов из растительного сырья, специальной обработки и модификации древесины.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ЗАМЕНЫ ДРЕВЕСИНЫ КЕДРА В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРАНДАШЕЙ

Приведены результаты исследования возможности замены в карандашном производстве кедрового сырья древесиной сосны, ели, пихты, березы и осины. Экспериментально и теоретически определены ресурсы древесины этих пород для производства карандашной дощечки. Установлены выход «чистой» карандашной дощечки и потери сырья в виде опилок, дефектных отрезков и реек при специальном раскрое заготовок по длине и ширине.

The results of the investigations into possibilities of substituting cedar raw materials for pine, spruce, fir, birch and aspen wood in pencil manufacture have been given. The wood resources of those species for manufacturing small pencil planks have been experimentally and theoretically defined. The output of «net» pencil planks and the losses of raw materials in a form of sawdust, faulty cuttings and planks when special cutting the stocks on length and width is determined.

К карандашной дощечке предъявляют специальные требования. Древесина ее после обработки должна быть легкой, мягкой, прочной и иметь примерно одинаковое сопротивление резанию во всех направлениях. Наиболее удовлетворяют этим требованиям кедровые заготовки (карандашные дощечки), получаемые при радиальной распиловке сор-

тиментов. Традиционно предпочтение отдается древесине кедра. Однако из-за ограниченности сырьевых ресурсов, высоких цен на кедровую древесину и необходимости сохранения запасов кедровника продолжают поиски заменителя этого вида сырья в карандашном производстве.

Специалистами Уральской государственной лесотехнической академии проведены исследования по обоснованию возможностей использования древесины осины, березы, ели, лиственницы и сосны вместо кедра. Апробированные в производственных условиях способы интенсивной термической обработки древесины в органическом теплоносителе показали, что карандашная дощечка из древесины этих пород практически не уступает по свойствам кедровым заготовкам. В связи с этим была изучена возможность наиболее полного потребления данного вида сырья из имеющихся сортовых ресурсов пиломатериалов Уральского региона.

На основании предварительно сформированных групп пиломатериалов проведено определение ресурса массы бездефектной древесины с помощью индивидуальной паспортизации досок и условного их раскроя (рис. 1). Из всех обследованных пиломатериалов методом условного поперечно-продольного раскроя выделены участки произвольной длины (но не менее 70 мм). Масса бездефектной части исходных заготовок характеризует ресурс древесины, переходящий в чистую карандашную дощечку.

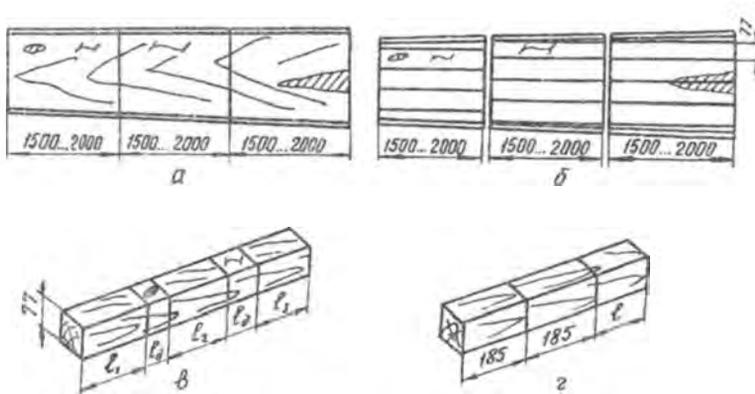


Рис.1. Схемы раскроя досок для карандашной дощечки: *а* – поперечный раскрой досок на отрезки, кратные длинам карандашных заготовок; *б* – продольный раскрой отрезков на карандашные бруски; *в* – вырезка пороков и получение бездефектных зон древесины; *г* – раскрой бездефектных брусков на заготовки для карандашей

Определение выхода бездефектной древесины проводили в следующей последовательности.

Объем бездефектной массы древесины

$$V_{б/д} = b_{бр} S_{бр} \sum_{i=1}^n a_i, \quad (1)$$

где $b_{бр}$ и $S_{бр}$ – соответственно ширина и толщина бруска, м;

a_i – длина бездефектного участка, м;

n – число бездефектных отрезков в общем объеме доски, шт.

Объем бездефектных отрезков, кратных длине дощечки (185 мм):

$$V'_{б/д} = b_{бр} S_{бр} \sum_{k=1}^m c_k, \quad (2)$$

где c_k – длина отрезка бруска, кратная длине дощечки, м;

m – число бездефектных кратных отрезков в доске, шт,

$$m = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{c_k} + p_n;$$

p_n – величина пропила при раскрое бруска поперечным способом, м.

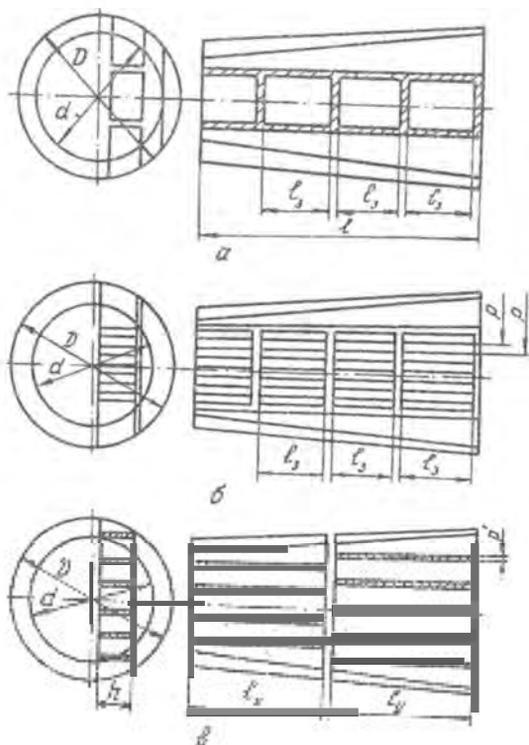


Рис.2. Схемы для определения потерь древесины: а – поперечный раскрой брусков на заготовки; б – раскрой брусков на карандашную дощечку; в – продольный раскрой досок

Объем бездефектной массы с учетом «чистой» зоны по ширине бруска

$$V''_{б/д} = b_{бр} S'_{бр} \sum_{i=1}^n a_i + S_{бр} \sum_{j=1}^t d_j b_j, \quad (3)$$

где d_j – длина зоны с пороком древесины или дефектом обработки, м;
 b_j – ширина «чистой» зоны дефектного участка, м.

Отходы при раскрое досок на бруски формируются из опилок, дефектных участков и реек от неkratности раскроя по ширине. Объем опилок при раскрое досок и брусков (схемы для расчета приведены на рис. 2) вычисляют по формуле

$$V_{оп} = S b_{п} \left[L_{дн} (n-1) + \left(\frac{L_{дн}}{l_n} - 1 \right) b_{бр} \right] + S b_{бр} \sum_{k=1}^m l_k + S b_{бр} \sum_{q=1}^t l_q, \quad (4)$$

где S – толщина доски, мм;

$b_{п}$ – ширина пропила, м;

$L_{дн}$ – длина кратной заготовки доски, м;

n – число пропилов;

l_n – номинальная длина бруска, м;

$b_{бр}$ – ширина бруска, м;

l_k – длина каждого участка вырезаемой дефектной зоны бруско-вой заготовки;

m – число дефектных участков;

$b_{кр}$ – ширина неkratной рейки, м;

l_q – длина участка, неkratного по ширине, м;

t – число неkratных участков.

Расчетный выход «чистых» брусковых заготовок

$$V_{бр} = V_q K_c K_o \eta_{б/д}, \quad (5)$$

где V_q – объем доски (лафета), м³;

K_c – коэффициент соотношения объемных выходов длинномерных и стандартных (185 мм) брусков;

K_o – коэффициент, учитывающий отходы древесины в виде опилок, торцовых обрезков и отрезков, неkratных по ширине;

$\eta_{б/д}$ – выход массы бездефектной древесины, %.

Коэффициенты K_c и K_o получены по результатам экспериментально-статистического определения выхода брусков стандартной длины. Экспериментально установлены расчетные параметры для каждого сорта (0 - III) и различных пород древесины (табл. 1).

Таблица 1

Порода древесины	Показатели выхода	Выход массы бездефектной древесины, % от объема досок				Средний выход, %
		0	I	II	III	
Сосна	$\eta_{б/д}$	74,3	70,2	64,0	56,4	62,6
	$\eta'_{б/д}$	62,1	60,7	56,2	51,1	55,2
	$\eta''_{б/д}$	78,5	76,7	74,4	64,4	69,8
Ель	$\eta_{б/д}$	72,6	68,7	64,4	57,0	65,4
	$\eta'_{б/д}$	62,2	58,7	51,8	42,3	54,9
	$\eta''_{б/д}$	66,7	63,8	56,3	49,5	60,0
Береза	$\eta_{б/д}$	-	64,3	56,3	31,7	55,1
	$\eta'_{б/д}$	-	53,7	45,9	26,3	42,1
	$\eta''_{б/д}$	-	57,8	49,3	27,4	47,1
Осина	$\eta_{б/д}$	-	72,1	65,2	60,3	68,2
	$\eta'_{б/д}$	-	65,4	58,4	53,1	61,3
	$\eta''_{б/д}$	-	70,2	62,8	58,4	66,6
Пихта	$\eta_{б/д}$	73,2	66,6	60,8	51,3	65,1
	$\eta'_{б/д}$	55,8	50,1	44,4	33,5	44,9
	$\eta''_{б/д}$	68,4	63,5	57,9	45,9	61,7

Примечание. $\eta_{б/д}$ – выход массы бездефектной древесины при продольно-поперечном раскрое досок на бруски произвольной длины; $\eta'_{б/д}$ – выход бездефектных заготовок (длиной 185 мм и кратные ей) при раскрое по схеме карандашного производства; $\eta''_{б/д}$ – выход бездефектных заготовок при склеивании их по длине.

С учетом среднестатистического сортового состава сырья и пиломатериалов (табл. 1), а также принятых в карандашном производстве схем раскроя, определен прогнозируемый выход карандашной дощечки из древесины I–III сортов исследуемых пород древесины (табл. 2).

Таблица 2

Порода древесины	Выход массы бездефектной древесины			Выход карандашной дощечки		
	% от объема круглых лесоматериалов					
	I	II	III	I	II	III
Сосна	28,7	27,1	23,1	17,8	16,2	12,2
Ель	27,4	25,3	19,8	16,5	14,4	8,9
Береза	20,2	18,1	13,6	9,3	7,2	2,7
Осина	26,4	24,3	23,4	15,5	13,4	12,5
Пихта	23,5	21,4	13,8	12,6	10,5	2,9

На основании полученных результатов исследований установлено следующее.

1. Наибольший объемный выход карандашной дощечки при использовании традиционной технологии может быть обеспечен переработкой пиловочника I и II сортов (с диаметром сортиментов не менее 26 см). Прогнозируемый выход продукции из сырья I и II сортов соответственно составляет 17,8 и 16,2 % (средний выход карандашной дощечки из кедрового карандашного кряжа – 18,5 ... 19,0 %).

2. Полученные при условном раскрое пиломатериалов опытные распределения брусковых отрезков показывают какие из вариантов применения нетрадиционных пород древесины были бы наиболее эффективны для определенных структурных построений технологического потока. Например, включение в технологический процесс операции сращивания «чистых» брусков произвольной длины с последующим раскроем непрерывной заготовки на бруски стандартной длины (185 мм) может существенно повысить эффективность переработки ели в карандашную дощечку.

3. Высокая насыщенность пороками и дефектами пихтового и березового пиловочника делает нерациональным использование этого сырья в карандашном производстве. Осину можно рекомендовать для выработки карандашной дощечки несмотря на относительно низкий выход продукции (14 ... 15 %), что обусловлено наличием хотя и крупных, но значительно реже встречающихся пороков и дефектов в ней.

УДК 674.8

С. С. ТЮТИКОВ



Тютиков Станислав Сергеевич родился в 1938 г., окончил в 1961 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры механической обработки древесины Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет более 30 печатных работ в области использования древесных отходов при производстве плит без добавления связующих.

ПЛАСТИКИ ИЗ ЧАСТИЧНО СГНИВШЕЙ ДРЕВЕСИНЫ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

Изложены результаты исследований лигноуглеводных пластиков на основе измельченной стволой здоровой древесины и коррозионной гнили. Установлено, что в условиях эксперимента с увеличением содержания гнили в сырье прочность получаемых пластиков возрастает.

The results of investigations into lignocarbhydrate laminated wood based on ground sound wood and corrosion decay have been presented. It has been stated that under experiment conditions the strength of the plastic materials produced rises with the increase of rot content in raw materials.

Дереворазрушающие грибы на первом этапе разложения древесины расщепляют связи лигнина с углеводами [1, 2]. Известно, что разрыв лигноуглеводных связей освобождает реакционноспособные группы лигнина. В «освобожденном» состоянии лигнин может легко подвергаться реакциям конденсации даже в относительно мягких условиях обработки. При соответствующем термическом воздействии лигнин не только конденсируется, но и вступает во взаимодействие с образующимися продуктами первичного распада гемицеллюлоз и целлюлозы [3].

Учитывая изложенное, а также способность гниющей древесины, независимо от типа гниения, до определенного этапа разложения обогащаться активными группировками (сравнительно крупные углеводные остатки, освобожденный лигнин и др.), можно ожидать, что при изготовлении из нее лигноуглеводных древесных пластиков (ЛУДП) во взаимодействие вступит значительно большее число активных групп. При этом технические свойства готового продукта будут выше, чем у пластиков из измельченной здоровой древесины того же породного

состава. Проверке данного предположения были посвящены наши исследования.

В качестве сырья для изготовления ЛУДП использовали измельченную до 3 мм (и мельче) стволую здоровую и гнилую древесину осины, ели, пихты и липы. Древесина осины и липы содержала белую волокнистую гниль, ели и пихты – пеструю ситовую гниль. Партии здорового и гнилого сырья готовили отдельно, а затем смешивали в определенном соотношении с учетом влажности. За переменные факторы в исследованиях были приняты режимы изготовления плит и содержание гнили в пресскомпозициях.

Наиболее интересные результаты испытаний плит, запрессованных при давлении 2,5 МПа, оптимальных уровнях температуры горячего прессования и влажности прессматериала, приведены в таблице. Там же приведены результаты испытаний ЛУДП, изготовленных из сырья, содержащего в различном соотношении древесину хвойных пород (преимущественно ель) и белую волокнистую гниль осины.

Влияние содержания гнили в сырье на показатели физико-механических свойств пластиков

Массовая доля гнили в сырье, %	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Разбухание	Водопоглощение	Влажность в момент испытания	Общее влагосодержание
Пластики из древесины осины						
0	1090	15,0	17,7	21,4	4,9	21,5
25	1100	17,8	12,8	22,8	5,1	22,5
50	1130	22,1	13,7	20,2	5,6	21,2
75	1150	30,5	13,1	15,6	6,0	18,4
100	1170	38,2	8,7	11,8	7,1	16,4
Пластики из древесины ели						
0	1170	15,1	6,6	9,8	8,7	16,2
25	1190	20,1	7,4	8,8	9,5	16,1
50	1190	24,6	7,6	9,3	9,6	16,5
75	1170	29,9	7,6	8,4	10,1	16,2
100	1230	44,0	7,3	8,4	9,8	16,0
Пластики из хвойной древесины и гнили осины						
0	1090	16,0	13,2	23,4	7,0	24,2
25	1120	20,0	11,5	20,6	8,7	17,7
50	1150	26,7	9,7	16,5	7,8	20,3
75	1170	30,2	10,1	13,1	7,8	17,9
100	1170	38,2	8,7	11,8	7,1	16,4
Пластики из гнилой древесины пихты						
100	1150	27,0	8,3	14,6	8,7	19,7
Пластики из гнилой древесины липы						
100	1160	29,2	11,0	15,0	8,9	17,2

Примечание. Разбухание, водопоглощение и общее влагосодержание определены за период 24 ч.

Из этих результатов видно, что с увеличением содержания гнили в сырье прочность изготавливаемых из него плит возрастает. Из одной гнили получены пластики с высокими показателями физико-механических свойств.

Следовательно, гнилую древесину, которая в больших количествах скапливается, например, при производстве колотых балансов, технологической щепы и др., в ряде случаев можно использовать в качестве облагораживающей добавки к здоровому сырью в целях улучшения качества получаемых из него ЛУДП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Браунс Ф.Э., Браунс Д.А. Химия лигнина. - М., 1964. - 864 с. [2]. Рипачек В. Биология дереворазрушающих грибов. - М., 1967. - 276 с. [3]. Сергеева В.Н., Милютина С.В. Изменяемость свойств волокон еловой древесины под влиянием нагревания // Тр. Института лесохозяйственных проблем и химии древесины. - Вып. 21. - С. 16-20.

УДК 674.815-41

Е.Е. ШВАММ, Л.Г. ШВАММ, Е.Д. КОПНОВА



Швамм Елена Евгеньевна родилась в 1955 г., окончила в 1977 г. Уральский лесотехнический институт, старший преподаватель кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 9 печатных трудов в области древесиноведения.



Швамм Лео Готфридович родился в 1948 г., окончил в 1977 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры станков и инструментов Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 17 печатных трудов в области обработки древесины резанием.

Копнова Елена Дмитриевна родилась в 1957 г., окончила в 1979 г. Уральский государственный университет, кандидат технических наук, ассистент кафедры высшей математики Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 7 печатных трудов в области прикладной математики.



СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Описан состав автоматизированной системы исследования микро топографии поверхности древесины и древесных материалов; приведены использованные в программном обеспечении зависимости.

The composition of automatic system of investigation into the surface microtopography of wood and wood materials has been described. The software relationships have been given.

Для измерения шероховатости поверхности древесины и древесных материалов используют профилографы-профилометры. Однако обработка профилограмм достаточно трудоемка и малопроизводительна. Серийные приборы не дают возможности определить параметры участка поверхности, так как возникает необходимость получения профилограмм через равные отрезки длины и обработки большого числа измерений.

Нами совместно с Рижским техническим университетом создан рабочий макет автоматизированной системы для трехмерного исследования микро топографии поверхности и обработки результатов. С этой целью было проведено сопряжение серийного датчика типа Е-86 завода «Калибр», двухкоординатного прецизионного стола производства ЛОМО и ПЭВМ типа IBM PC/AT-286 специальными аппаратурными и программными средствами.

Работа системы основана на дискретном представлении профиля поверхности при заданном уровне квантования и шаге дискретизации. В соответствии с рекомендациями [2, 3] уровень квантования принят равным 12 бит информации, что обеспечивает необходимую точность. Шаг дискретизации Δx устанавливают в зависимости от базовой длины профиля L : $\Delta x = L/256$. Произведение числа измерений поперек и вдоль

волокон древесины не должно превышать 65 000. Электронный блок управления позволяет осуществлять перемещение образца на заданное число шагов по осям x и z , преобразовывать аналоговый сигнал в дискретный и передавать его в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) ПЭВМ. Электронным блоком управляют с помощью специальной программы (драйвера), которая, кроме вышеуказанных функций, отвечает за связь с внутренними устройствами ПЭВМ.

Программа работает по замкнутому основному и встроенному циклам. При ее запуске в диалоговом режиме производят настройку системы, т. е. устанавливают период таймера, число измерений, шаг дискретизации по осям x и z , коэффициент усиления. Основной цикл начинают с установки таймера в положение «0» и считывания первого измерения с аналого-цифрового преобразователя (АЦП) в буферную память. Проводят проверку наличия сигнала на приводе координаты x и программы прерывания. По истечении установленного на таймере времени (8 ... 50 мкс), которое соответствует перемещению Δx , программа прерывания отключает привод координаты x и возвращает таймер в положение «0». Считывается второе измерение с АЦП в буферную память, а предыдущее передается в ОЗУ ПЭВМ. При достижении заданного числа измерений по первой трассе, т. е. по оси x , включается привод по оси z , перемещающий образец на один шаг. Затем вновь производят измерения по оси x , но в обратной последовательности.

Первичная информация о профиле (образец профилограммы для одной из трасс см. на рис. 1) поверхности в дискретной форме сохраняется во внешней памяти ПЭВМ, а копия передается на предварительную обработку. При этом создается база исходных данных, в которой запись производится в следующей последовательности:

$$\text{НО } V_y V_x \Delta x N_1 N_{t_1} x_1 y_1$$

$$\text{НО } V_y V_x \Delta x N_2 N_{t_2} x_2 y_2$$

$$\text{НО } V_y V_x \Delta x N_j N_{t_j} x_n y_n .$$

- где НО – номер исследуемого образца;
 V_y, V_x – масштаб по осям y и x ;
 Δx – шаг дискретизации;
 N_j – число измерений на трассе;
 N_{t_j} – порядковый номер трассы измерения;
 x_n – порядковый номер точки измерения;
 y_n – массив ординат профиля.

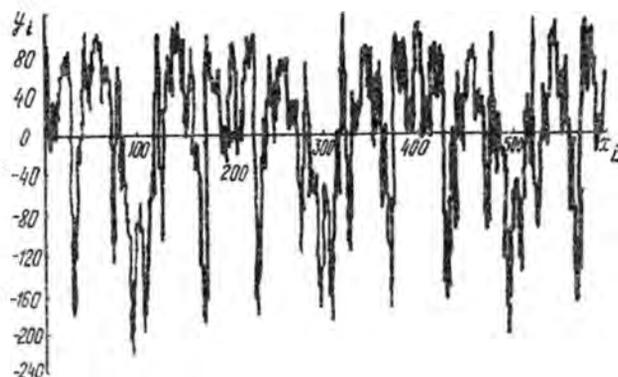


Рис.1. Центрированная профилограмма поверхности строганного шпона из древесины «красное дерево» (x_i – порядковый номер измеряемой точки; y_i – ордината этой точки)

Согласно рекомендаций МИ 41 – 75 и с учетом цифрового представления профиля, необходимо прежде всего провести центрирование результатов измерений, т. е. найти положение нулевой оси. В нашем случае это осуществляется с помощью метода наименьших квадратов при минимизации разностей исходной последовательности и значений многочлена степени K :

$$Q = \sum_{n=1}^N \left[u_n - \sum_{k=0}^K b_k (n \Delta x)^k \right]^2,$$

где u_n – свободный член многочлена степени K ;
 b_k – коэффициент при неизвестном в степени k .

При $K = 1$, согласно [1], имеем

$$b_0 = [2(2N + 1) \sum_{i=1}^N y_i - 6 \sum_{i=1}^N x_i y_i] / [N(N - 1)]; \quad (1)$$

$$b_1 = [12 \sum_{i=1}^N x_i y_i - 6(N + 1) \sum_{i=1}^N y_i] / [\Delta x N(N^2 - 1)]. \quad (2)$$

Здесь x_i, y_i – соответственно порядковый номер точки измерения и значение ее ординаты

Величины b_0 и b_1 в уравнениях (1), (2) – коэффициенты линейной регрессии вида

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 (N \Delta x).$$

Величины, отвечающие этой прямой, вычитают из исходных данных и формируют массив

$$h_i = y_i - \hat{Y}.$$

Пример центрированной профилограммы показан на рис. 1.
Среднее арифметическое отклонение профиля

$$R_a = \frac{1}{V_y N} \sum_{i=1}^N |h_i|; \quad (3)$$

среднее квадратичное отклонение профиля

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{V_y (N-1)} \sum_{i=1}^N (h_i - \bar{h})^2}; \quad (4)$$

среднее значение параметра шероховатости поверхности

$$R_z = \left(\sum_{i=1}^5 |h_{p_i}| + \sum_{i=1}^5 |h_{v_i}| \right) / (5V_y), \quad (5)$$

где h_{p_i} – высота i -го наибольшего выступа;

h_{v_i} – глубина i -й наибольшей впадины профиля поверхности.

Наличие выступа определим из условия

$$h_{i-2} \leq h_{i-1} < h_i > h_{i+1} > h_{i+2};$$

впадины

$$h_{i-2} \geq h_{i-1} > h_i < h_{i+1} < h_{i+2}.$$

Положение линии выступов относительно нулевой линии найдем из выражения

$$h_p = \frac{1}{5V_y} \sum_{i=1}^5 h_{p_i};$$

линии впадин

$$h_v = \frac{1}{5V_y} \sum_{i=1}^5 h_{v_i}.$$

Шаг неровностей профиля

$$S_m = \frac{l_0}{V_x (M-1)}. \quad (6)$$

Число сечений профилем нулевой линии M определим по условию перехода нулевой линии:

при $h_i > 0$ и $h_{i+1} < 0$ – переход только снизу;

при $h_i < 0$ и $h_{i+1} > 0$ – переход только сверху.

Тогда $M = M + 1$.

Длину l_0 вычислим как расстояние между первым и последним переходом нулевой линии.

Относительная опорная длина профиля на уровне сечения профиля u_i , отсчитываемого от линии выступов, выражается формулой

$$t_{p_{u_i}} = \frac{1}{V_y L} \sum_{i=1}^n b_{i_{u_i}}, \quad (7)$$

где $b_{i_{u_i}}$ – длина отрезков, заключенных между линией сечения профиля и самим профилем на уровне u_i .

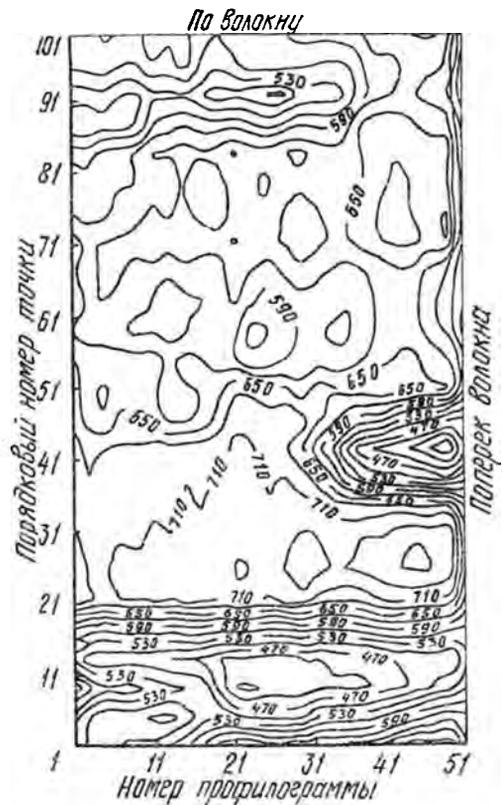
Число сечений профиля u_i принимаем равным 20 ... 100 % от R_z , что составит 10. Длину отрезков b_i на уровне $R_z - u_i$ определяем по следующему алгоритму.

Если

$$h_b + h_i > R_z - u_i \quad (8)$$

от начала измерения профиля, то начинается отсчет точек, для которых справедливо (8), в противном случае отсчет прекращается, а $b_{i_{u_i}} = \Delta x (n - 1)$ – запоминается при n , равном количеству точек, начиная с 1. Далее определяется точка, для которой выполняется условие (8), и цикл повторяется.

Рис.2. Микротопография поверхности строганого шпона из древесины «красное дерево»



Общий max	Общий min	Линия		Отклонение профиля		Средняя шероховатость поверхности	Среднее расстояние между вершинами	
		выступов	впадин	среднее арифметическое	среднее квадратичное		выступов	впадин
97	144	63	103	51	16	144	9,9	11,1
109	172	72	100	61	19	172	9,7	11,2
112	181	63	103	60	20	181	11,1	11,1
112	180	72	101	58	20	180	12,3	18,3
110	178	80	101	58	19	178	11,1	10,7
110	181	47	101	59	20	181	12,7	11,6
112	191	82	106	62	21	191	11,1	11,6
114	189	59	105	62	21	189	12,7	13,2

Средние значения параметров

110	177	67	102	59	20	177	11,3	12,4
-----	-----	----	-----	----	----	-----	------	------

Расчетные зависимости (1) – (7) отражают лишь часть параметров, используемых для описания шероховатости поверхности. Созданная система расчета позволяет определять любые параметры шероховатости поверхности, регламентируемые требованиями ГОСТ 25142 – 82 «Шероховатость поверхности. Термины и определения». В качестве примера в таблице приведен фрагмент обработки результатов измерения (в микронах) основных параметров шероховатости поверхности строганого шпона из древесины «красное дерево», на рис. 2 – топография его поверхности. Исходная библиотека составлена из 50 профилотграмм, снятых через 0,1 мм по оси у.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бендант Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. - М.: Мир, 1989. - 540 с. [2]. Иоффе А.М., Кризберг Ю.Я. Автоматизированная система измерений параметров шероховатости на основе ПЭКВМ «Искра-1256» // Триботехнологические проблемы в машиностроении. - Рига: Изд-во Риж. политехн. ин-та, 1987. - С. 96-103. [3]. Лукьянов В.С., Рудзит Я.А. Параметры шероховатости поверхности. - М.: Изд-во стандартов, 1978. - 162 с.

УДК 669.15.194.57

Б. А. ПОТЕХИН

Потехин Борис Алексеевич родился в 1938 г., окончил в 1960 г. Горьковский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии металлов Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 80 научных трудов и 18 изобретений в области создания, обработки и применения высокопрочных сталей



НОВЫЕ ВЫСОКОДЕМПФИРУЮЩИЕ СТАЛИ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Рассмотрены закономерности формирования демпфирующих свойств новых ферритных сталей. Представлены результаты их применения в ЦБП.

The regularities of forming damping properties of new ferrite steels have been considered. The results of their utilization in PPI are presented.

Эффективность работы оборудования в лесоперерабатывающей и бумагоделательной отраслях промышленности снижает его вибрацию и возникающий при этом шум. Вибрации вызывают, например, огранку каландровых валов бумагоделательных машин, приводят к свистящему шуму при работе дисковых пил и др. Для снижения этих явлений в машинах и механизмах предложено использовать материалы, обеспечивающие гашение вибраций.

Известно, что применение специальной стали «Silentalloy» при изготовлении пильных полотен позволяет за счет повышенных демпфирующих свойств «... полностью исключить свистящий шум дисковых пил при их работе» [10].

В целях снижения уровня вибраций и вредного шума при работе оборудования и режущего инструмента нами разработана и опробована на Соликамском ЦБК ферритная высокодемпфирующая сталь «Sinconi» [3-5], уровень демпфирующих свойств которой, оцененный логарифмическим коэффициентом затухания, в 2 раза выше, чем у известных марок сталей [6].

Сталь «Sinconi» – это малоуглеродистая сталь ферритного класса, безникелевая, хромосодержащая. Очень высокое демпфирование достигается в равновесном состоянии в результате движения доменных границ в переменном поле упругих деформаций, т. е. в процессе вибраций, механических колебаний. Подобный механизм демпфирования, как нами установлено, наиболее эффективен в сравнении с дислокационным механизмом, механизмом за счет графитных включений (чугуны), за счет обратимого двойникования (медно-марганцевые сплавы) и др.

Эта сталь может упрочняться путем поверхностной химико-термической обработки до твердости 45 ед. НР_c и выше. Более подробно механические, технологические свойства ее описаны в работах [2, 7, 8].

Новая сталь «Sinconi» была использована взамен стали 35Л в корпусах подшипников (масса каждого около 30 кг) для снижения уровня вибраций опор тамбурного вала в узле наката бумагоделательной машины.

Кроме того, на исследуемом и штатном корпусах подшипников оценивали уровень продольных и вертикальных вибраций через скорость вибраций. Было установлено, что общий уровень вибраций по вертикали и горизонтали соответствовал 4,0 и 5,8 мм/с (корпус из стали 35Л) и 3,1 и 4,9 мм/с (корпус из демпфирующей стали), т. е. соответственно на 22,5 и 15,5 % ниже. Полученные спектрограммы вибраций опор выявили уменьшение резонансных пиков в 3 раза при частоте 30 ... 38 Гц в случае использования стали «Sinconi».

Применение специального резца с держателем из демпфирующей стали вместо стали 40 позволило с высокой точностью ($\pm 0,016$ мм) изготовить сферу шарового клапана ДУ-150 диаметром 250 мм из стали 03X17H13M3T на станке 16K25C22Ф3. При подборе соответствующих режимов резания демпфирующим резцом шероховатость поверхности сферы была на 16 ... 55 % ниже, чем штатным резцом. Более подробно эти результаты изложены в работе [1].

Следовательно, при использовании демпфирующего резца уменьшается шум, а именно: полностью устраняются его высокочастотные составляющие, в 3 раза снижается эффективная скорость резания и повышается, соответственно, стойкость режущих элементов резца [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гашение вибраций тамбурного вала за счет демпфирующих опор / Б.А. Потехин, Г.А. Крюков, Г.А. Ложкин, А.А. Фанаков // Бум. пром-сть. - 1991. - № 1. - С. 22. [2]. Демпфирующие свойства ферритных сталей / Б.А. Потехин, О.А. Хоменко, А.И. Скворцов, Г.А. Ковязин // Термическая обработка и физика металлов. - Свердловск: УПИ, 1990. - С. 68. [3]. Пат. РФ 1668465. Сталь / А.И. Скворцов, В.М. Кондратов, Б.А. Потехин, О.А. Хоменко // Изобретения. - 1991. - № 29. - С.84-86. [4]. Пат. РФ 1717666. Сталь / А.И. Скворцов, С.А. Сюзев, В.М. Кондратов, Б.А. Потехин, О.А. Хоменко // Изобретения. - 1992. - № 9. - С. 37-40. [5]. Пат. РФ № 2009262. Сталь / А.И. Скворцов, В.М. Кондратов, Б.А. Потехин, О.А. Хоменко // Изобретения. - 1994. - № 5. - С.68-72. [6]. Потехин Б.А., Беляев М.Ю., Потехин А.Б. Влияние магнитного поля на демпфирование ферритных сталей // Демпфирующие материалы. - Киров: Изд-во ВГТУ, 1994. - С. 37. [7]. Потехин Б.А., Деревянкин Е.В. Демпфирующие свойства Fe-Cr-Al сталей и их применение // Демпфирующие металлические материалы. - Киров: КирПИ, 1991. - С.79. [8]. Потехин Б.А., Серков-Холмский П.В. Механические свойства высокодемпфирующих сталей // Демпфирующие металлические материалы. - Киров: КирПИ, 1991. - С. 84. [9]. Эффективность механической обработки упругодемпфированными инструментами. Сер. 6: Обзор информ. / ВНИИТЭМР. - М., 1987. - Вып. 1. [10]. Hattori N., Noguch M. Whistling noise in circular saw using // Wood Sci. and Technol. - 1992. - 26, N 6. - P. 449.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 66.001.5

Ю. Л. ЮРЬЕВ

КАФЕДРА ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСИНЫ

Старейшая на химико-технологическом факультете Уральской лесотехнической академии кафедра лесохимических производств образована в 1932 г. С 1934 г. ею руководил проф. В.Н. Козлов. В 1942 г. после эвакуации в Свердловск Белорусского технологического института и Ленинградской лесотехнической академии была создана кафедра гидролизных производств. Первый ее заведующий – проф. В.И. Шарков. В 1959 г. эти кафедры были объединены в единую кафедру химической технологии древесины.

С момента организации кафедры на ней работали известные ученые.

Василий Стапанович Васечкин после участия в военной кампании 1916 – 1919 г. в составе русского экспедиционного корпуса во Франции поступил в Уральский политехнический институт. После его окончания он работал помощником лесничего, а затем – в Уральском научно-исследовательском лесохимическом институте. В 1935 г. его пригласили на работу в Уральский лесотехнический институт. В.С. Васечкин – автор учебника «Технология экстрактивных веществ дерева», изданного в 1945 г. и переведенного на китайский язык.

Анатолий Августович Нимвицкий в 1897 г. после окончания Петербургского университета был сослан в Пермь за антимонархическую деятельность и освобожден по амнистии 1904 г. До 1929 г. он работал заведующим химической лабораторией металлургического завода в Златоусте, занимался исследованиями технологии и свойств древесного угля, на котором тогда работала вся уральская металлургия. В соавторстве с В.Н. Козловым им написан учебник «Технология пирогенетической переработки древесины», изданный в 1954 г. и переведенный на китайский язык.

Василий Николаевич Козлов в 1926 г. окончил химико-механический факультет УПИ по специальности инженер по сухой перегонке древесины, с 1930 г. работал во вновь организованном УЛТИ. В 1942 г. в пос. Верхняя Синячиха пущена в эксплуатацию углевыжига-

тельная печь его конструкции, рассчитанная на выпуск качественного древесного угля для металлургии и уксусно-кальциевого порошка. В годы Великой Отечественной войны по разработанной под его руководством технологии в лесных районах страны работало более 120 установок по производству смазочных масел из древесной смолы. В 1944 г. он был награжден Государственной премией первой степени. В.Н. Козлов – автор книги «Пиролиз древесины», изданной в 1953 г. и до сих пор не потерявшей своей значимости.

За годы работы кафедры выпустила более двух тысяч специалистов для лесохимической и гидролизной промышленности, многие из которых занимают высокие руководящие должности. Десятки выпускников кафедры защитили кандидатские и докторские диссертации.

Традиционное научное направление кафедры – техника и технология пиролиза древесины, продолжает развиваться. В 1979 г. вышла в свет монография проф. Г.К. Уткина и др. «Древесный уголь: свойства, получение и области применения». Под руководством проф. Г.К. Уткина и доц. М.И. Ведерниковой определены показатели предельно-допустимых выбросов для нескольких лесохимических заводов, исследованы процессы теплообмена применительно к оборудованию химических цехов пиролизного производства.

С 1994 г. на кафедре вновь открыта аспирантура по специальности 05.21.03. «Технология и оборудование химической переработки древесины; химия древесины».

Зав. кафедрой Ю.Л. Юрьев, доц. В.П. Орлов, аспиранты и студенты разрабатывают экологически безопасные технологии получения древесного угля из опилок, щепы и отходов лесопиления и деревообработки, в том числе и активных углей различных марок на установках сравнительно небольшой мощности. Результаты работ по созданию эффективной технологии получения древесных активных углей были представлены на всероссийских и международных выставках и конференциях.

Исследованиями в области гидролиза растительного сырья занимаются проф. Г.К. Уткин, доц. Г.В. Медведева, ст. преп. Т.М. Панова. В настоящее время сотрудниками разработаны технологии переработки некондиционного плодоовощного сырья на кормовую продукцию для животноводства, технологии переработки земляной груши (топинамбура) на пищевой спирт.

Проф. Г.К. Бабушкина и доц. В.С. Таланкин занимаются вопросами изучения биоактивных веществ дерева, являются крупными специалистами в области влияния промышленных поллютантов на пигментную систему дерева.

В настоящее время кафедра начинает развивать международные связи, в частности с Калифорнийским университетом (США).

УДК 66.048.36:661.731

М.И. ВЕДЕРНИКОВА, Г.К. УТКИН, В.Б. ВЕДЕРНИКОВ, М.И. МИХЕЕВ

Уральская государственная лесотехническая академия
Ашинский пиролизно-химический завод

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ДЕФЛЕГМАТОРАХ УКСУСНОКИСЛОТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Исследована в промышленных условиях зависимость коэффициента теплопередачи дефлегматоров от их режимов работы и продолжительности эксплуатации и получено ее математическое описание.

The relationship of heat transfer factor of fractionating columns and their operation and durability conditions has been tested in industry.

В процессе эксплуатации ректификационных колонн уксуснокислотного производства происходит загрязнение теплопередающей поверхности, что снижает производительность колонн вследствие уменьшения коэффициента теплопередачи как испарителей [1], так и дефлегматоров.

Цель данной работы – изучить влияние загрязнения теплопередающих труб дефлегматоров на коэффициент теплопередачи, производительность и расход охлаждающей воды.

Исследования проводили на Ашинском заводе, производственные условия которого типичны для других предприятий пирогенетической переработки древесины.

В процессе экспериментов измеряли расход охлаждающей воды; температуру пара, конденсата и воды на входе и выходе из дефлегматора. Коэффициент теплопередачи рассчитывали по уравнению

$$K = Q / F \Delta t_{\text{ср}}, \quad (1)$$

тепловую нагрузку Q – из теплового баланса по воде, среднюю разность температур $\Delta t_{\text{ср}}$ – по измеренным температурам. Относительная ошибка расчета среднего значения, связанная с точностью измерения, составляла не более 7,5 %.

Процентный состав дистиллята, образующегося после конденсации смеси паров, представлен в табл. 1.

Таблица 1

Номер дефлегматора	Стадия процесса, поверхность теплообмена F	Кислоты	Вода	Смолы	Масла	Эфир
		мас. %				
Эфирокислотный аппарат*						
1	Регенерация этилацетата из эфирокислоты, $F = 17,2 \text{ м}^2$	-	5,5	-	4,5	90,0
Чернокислотный аппарат**						
2	Отгонка кислот, $F = 31,5 \text{ м}^2$	48,8	50,9	0,3	-	-
3	Укрепление обессмоленной кислоты, $F = 40 \text{ м}^2$	12,0	18,0	-	45,0	25,0
4	Получение технической уксусной кислоты, $F = 50 \text{ м}^2$	95,5	0,5	4,0	-	-

* Производительность по эфирокислоте 4,2 ... 4,8 т/ч.

** Производительность по черной кислоте 0,50 ... 0,65 т/ч.

Основные показатели работы дефлегматоров приведены в табл. 2.

Как следовало ожидать, с увеличением продолжительности эксплуатации дефлегматоров коэффициент теплопередачи снижается. Для поддержания средней производительности ректификационных колонн увеличивают расход охлаждающей воды на дефлегматор. При этом конечная температура t_k воды уменьшается, а средний температурный напор увеличивается. Так, например, для дефлегматора № 4 через 165 сут работы K снизился с 73 до 45 Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$), т. е. в 1,6 раза, t_k — с 47 до 26 °С, т. е. в 1,8 раза, а расход охлаждающей воды вырос с 3,8 до 10,2 м³/ч, т. е. в 2,7 раза.

Решение вопроса о путях интенсификации процесса теплопередачи дефлегматоров может быть получено на основе анализа условий теплоотдачи. Интенсивность процесса теплопередачи q , как следует из уравнения (1), записанного в виде

$$q = Q/F = K \Delta t_{\text{ср}} = t_{\text{ср}}/R, \quad (2)$$

пропорциональна движущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению теплопередачи:

$$R = 1/K = 1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2 + \sum r_i. \quad (3)$$

Здесь $1/\alpha_1$, $1/\alpha_2$, δ/λ , $\sum r_i$ — соответственно термические сопротивления, создаваемые смесью паров при конденсации, охлаждающей водой, металлической стенкой и загрязнениями как со стороны пара, так и со стороны воды, ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт.

Таблица 2

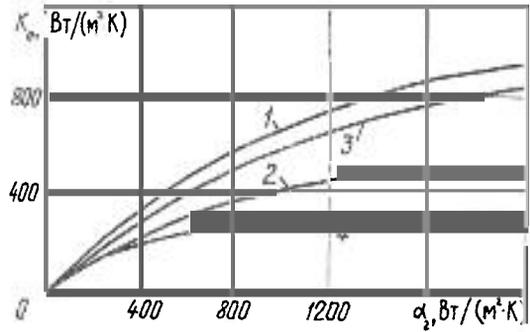
Номер дефлегматора	Температура, °С		Средняя разность температур Δt_{cp} , К	Фактический коэффициент теплопередачи K Вт/(м ² ·К)	Продолжительность работы дефлегматора τ , сут	Интенсивность теплопередачи q , кВт/м ²	Расход охлаждающей воды, м ³ /ч
	пара дистиллята	воды на входе на выходе					
Эфироокислотный аппарат							
1	72,0	23,5	28,2	720 ± 60	60	20,3	15,0
	49,3	43,5					
	74,0	23,0					
	53,0	38,0	34,5	570 ± 42	100	19,7	19,4
	77,0	23,0	36,5	520 ± 45	150	19,0	21,6
	51,0	36,0					
Черноокислотный аппарат							
2	101	23	17,0	290 ± 28	5	4,9	2,7
	36	72					
	111	14					
	23	56	21,0	230 ± 34	50	4,8	3,1
	98	15	27,5	150 ± 33	215	4,1	8,5
	22	28					
3	106	23	31,8	448 ± 25	5	14,2	14,4
	42	57					
	97	23					
	45	52	33,5	385 ± 45	30	12,9	15,3
	97	19	36,1	275 ± 26	50	9,9	16,2
	40	40					
4	118	14	39,5	73 ± 10	50	2,9	3,8
	33	47					
	118	23					
	38	34	40,0	51 ± 7	105	2,0	7,8
	118	18	42,0	45 ± 5	165	1,9	10,2
	33	36					

* Коэффициенты теплопередачи новых дефлегматоров K_0 соответственно составляют 790, 500, 300 и 100 Вт/(м²·К).

Коэффициенты теплоотдачи при конденсации смеси паров определены экспериментально по методике [2]. Коэффициенты теплоотдачи для воды, протекающей по трубам, установлены расчетным путем на основании уже известных закономерностей.

У новых дефлегматоров загрязнений нет, поэтому термическим сопротивлением стенки пренебрегаем из-за малого значения. В этом случае коэффициент теплопередачи нового дефлегматора K_0 будет всегда меньше самого малого из коэффициентов теплоотдачи.

Рис.1. Зависимость коэффициента K_0 ($K_0 = 1/(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2})$) от коэффициента α_2 при различных значениях α_1 : 1 - $\alpha_1 = 2000$; 2 - 700; 3 - 1500; 4 - 400 Вт/(м²·К) (Здесь и далее, на рис. 2, 3, номера кривых совпадают с номерами дефлегматоров)



Из рис. 1 следует, что при увеличении α_1 (коэффициент теплоотдачи смеси паров) относительно быстрый рост K_0 происходит до тех пор, пока α_1 и α_2 (коэффициент теплоотдачи воды) не сравняются между собой. Интенсифицировать теплообмен в новых дефлегматорах можно было бы увеличением коэффициента теплоотдачи воды, так как $\alpha_1 > \alpha_2$ из-за ламинарного режима движения воды в трубах (табл. 3).

Таблица 3

Номер дефлегматора	Продолжительность работы, сут	Термическое сопротивление $r \cdot 10^3, (m^2 \cdot K)/Вт$				
		дефлегматора		смеси паров $1/\alpha_1$	воды $1/\alpha_2$	загрязнений Σr_i
		нового $1/K_0$	опытного $1/K$			
Эфирокислотный аппарат						
1	150	1,20	1,92	0,50	0,70	0,72
Чернокислотный аппарат						
2	215	3,30	8,69	1,43	1,87	5,39
3	50	2,00	3,64	0,67	1,33	1,64
4	165	10,00	22,30	2,50	7,50	12,20

С учетом термического сопротивления загрязнений (табл. 3) коэффициент теплопередачи изменится:

$$1/K = 1/ K_0 + \Sigma r_i \tag{4}$$

Откуда термическое сопротивление загрязнений

$$\Sigma r_i = 1/K - 1/ K_0 \tag{5}$$

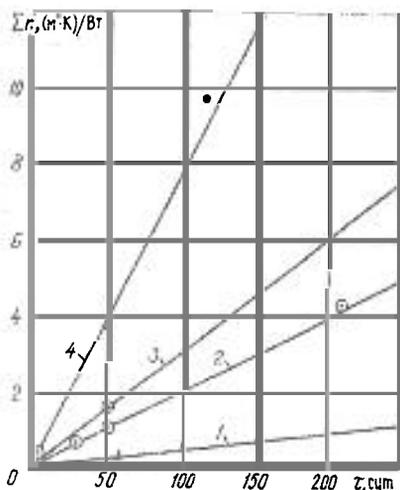


Рис.2. Зависимость термического сопротивления загрязнений Σr_i от продолжительности эксплуатации дефлегматоров τ при различных значениях скорости охлаждающей воды в трубах w : 1 – $w = 0,200 \dots 0,300$; 2 – $0,010 \dots 0,015$; 3 – $0,030$; 4 – $0,010$ м/с (точки – эксперимент, прямые – линии регрессии)

Как видно из табл. 3, наибольшее термическое сопротивление на теплопередачу дефлегматоров оказывает загрязнение стенок со стороны смеси паров (наличие смолистых веществ) охлаждающей воды, используемой без предварительной очистки. Отложению ила в трубах способствуют низкие скорости движения воды.

Из рис. 2, отражающего зависимость Σr_i от продолжительности работы дефлегматоров, и табл. 1 следует, что быстрее загрязняются те дефлегматоры, в межтрубное пространство которых поступают смеси паров, содержащие значительное количество смолистых веществ, а скорость движения охлаждающей воды в трубах относительно низкая.

Интенсифицировать теплопередачу можно за счет уменьшения наибольшего термического сопротивления. Для этого необходимо очищать воду от ила в отстойниках, а также использовать дефлегматоры с меньшим диаметром труб, например 25×2 мм, и 2-х и более ходовые по трубному пространству, что увеличит скорость движения воды и уменьшит отложение осадка в трубах.

Допускаем, что толщина осадка, образующегося на поверхности труб с обеих сторон вследствие загрязнения, пропорциональна количеству теплоты, проходящей через поверхность теплообмена, поэтому уравнение зависимости коэффициента теплопередачи K от продолжительности работы дефлегматора τ по аналогии [1] будет иметь вид

$$1/K^2 = b + C\tau, \quad (6)$$

где $b = 1/K_0^2$;

$$C = 2a\Delta t_{cp} F.$$

Коэффициент пропорциональности a для данной системы зависит от состава дистиллята. Экспериментальные данные обрабатывали методом регрессионного анализа и аппроксимировали уравнением (6).

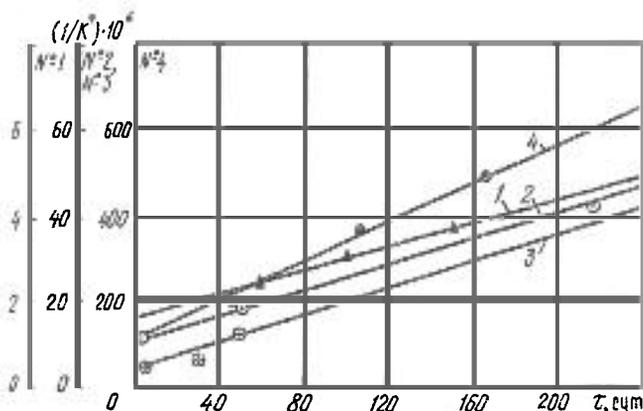


Рис. 3. Зависимость $1/K^2$ от продолжительности эксплуатации дефлегматоров τ (точки – эксперимент; прямые – расчет по формуле (6))

В результате расчетов установлено, что при 5 % -м уровне значимости зависимость $1 / K^2 = b + C\tau$ для дефлегматоров существует и она линейна (табл. 4). Результаты расчетов по полученным уравнениям и опытные данные представлены на рис. 3. Как видно из рис. 3, расчетная зависимость $K = f(\tau)$ удовлетворительно согласуется с опытными точками. Полученные уравнения позволяют рассчитать значения коэффициентов теплопередачи для произвольных промежутков времени работы дефлегматоров.

В целях увеличения срока работы дефлегматоров без чистки на чернокислотном аппарате установлены новые дефлегматоры с поверхностью 75 м^2 , на эфирокислотном – 29 м^2 . В уравнении (6) коэффициенты a и b постоянны, а коэффициент C изменяется пропорционально изменению поверхности. Расчетная зависимость $K = f(\tau)$ для новых дефлегматоров приведена в табл. 4.

Таблица 4

Номер дефлегматора	Опытный дефлегматор	Новый дефлегматор
Эфирокислотный аппарат		
1	$1/K^2 = (1,6+0,014\tau)10^{-6}$ (7)	$1/K^2 = (1,6+0,024\tau)10^{-6}$ (11)
Чернокислотный аппарат		
2	$1/K^2 = (11,0+0,14\tau)10^{-6}$ (8)	$1/K^2 = (11,0+0,36\tau)10^{-6}$ (12)
3	$1/K^2 = (4,0+0,17\tau)10^{-6}$ (9)	$1/K^2 = (4,0+0,32\tau)10^{-6}$ (13)
4	$1/K^2 = (1,6+0,014\tau)10^{-6}$ (10)	$1/K^2 = (1,6+0,24\tau)10^{-6}$ (14)

Примечание. Размерность τ – сут.

10*

Как следует из табл. 2, диапазон изменения температурного напора относительно невелик, поэтому можно считать, что K не зависит от $\Delta t_{\text{ср}}$. Тогда из уравнения (1) для значения Δt_{max} найдем

$$K = Q / F \Delta t_{\text{max}}, \quad (15)$$

где Q – средняя производительность по теплоте.

Продолжительность работы дефлегматора при сохранении заданной Q получим при совместном решении уравнений (6) и (15):

$$\tau_{\text{max}} = \frac{1}{C} \frac{F^2 \Delta t_{\text{max}}^2}{Q^2} - b. \quad (16)$$

Результаты расчетов для вновь установленных (новых) дефлегматоров без чистки по уравнениям (11–14, 16) приведены в табл. 5.

Таблица 5

Показатели	Значения показателей для аппаратов		
	1	2	3
Средняя производительность по теплоте Q , кВт	515	830	240
Средняя максимальная разность температур Δt_{max} , К	28	36	42
Продолжительность работы без чистки труб при сохранении средней производительности по теплоте τ_{max} , сут	38	22	22
Среднее значение коэффициента K теплопередачи при τ_{max} , Вт/(м ² ·К)	635	300	75

Продолжительность работы дефлегматоров между чистками зависит от допустимой степени загрязнения и скорости загрязнения поверхности труб. В производственных условиях дефлегматоры (их трубное пространство) промывают ежеквартально. Как видно из табл. 5, дефлегматоры необходимо чистить ежемесячно для поддержания средней производительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ведерникова М.И., Уткин Г.К., Лебедев Е.А. Оптимизация режима работы испарителей уксуснокислотного производства // Гидролиз. и лесохим. пром-сть. - 1982. - № 5. - С. 17-19. [2]. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. - М.; Л.: Энергия, 1964. - 328. с.

УДК 676.088:676.013.6

Т.Е. САВИНА, А.Я. АГЕЕВ, А.И. ПАРТИН, А.К. ЖВИРЬЛИТЕ

АНАЛИЗ ОБЕЗВОЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЕТОЧНОГО СТОЛА БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ДО И ПОСЛЕ МОДЕРНИЗАЦИИ

Предложены меры, позволившие увеличить обезвоживающую способность сеточного стола бумагоделательной машины Туринского ЦБЗ и одновременно улучшить качество бумаги.

Some measures enabling the wire table of the Turinsky PPP paper machine to increase its dehydrating capacity, and simultaneously to improve paper quality have been suggested.

При рассмотрении процесса обезвоживания в сеточной части бумагоделательной машины на Туринском ЦБЗ были отмечены некоторые особенности, ведущие к появлению нежелательных показателей готовой продукции, в частности облачного просвета, низкой разрывной длины и др.

Увеличение степени помола массы с 33 °ШР до требуемых регламентом 37 °ШР приводит к тому, что сеточный стол «плывет», зеркало залива перемещается в конец отсасывающих ящиков, сухость полотна в конце сеточного стола снижается, возникают обрывы бумажного полотна. Снижение концентрации в напорном ящике также приводит к тому, что сеточный стол не справляется с обезвоживанием. Таким образом, в силу большой гидратированности целлюлозных волокон возникает ситуация, когда сеточный стол, став «узким местом» в производстве бумаги, работает на пределе своих возможностей. Для обеспечения технологического процесса необходимо поддерживать концентрацию в напорном ящике не менее 0,5 %, степень помола не более 33 °ШР при предельной скорости бумагоделательной машины 280 м/мин.

Для увеличения обезвоживающей способности сеточного стола наиболее эффективны следующие приемы: введение химических добавок, модернизация сеточного стола за счет установки новых обезвоживающих элементов, совершенствование режима его работы или удлинение. Целью наших исследований явилась разработка мероприятий, позволяющих увеличить обезвоживающую способность сеточного стола при одновременном улучшении качества бумаги.

В процессе обезвоживания были сняты фотографии сеточного стола бумагоделательной машины № 1 Туринского ЦБЗ при производстве писчей бумаги марки А (ГОСТ 18510 – 87) из белой сульфитной целлюлозы массой 70 г/м² (скорость машины 280 м/мин). Отбор проб бумажной массы производили методом «сдува», который основан на сдувании сжатым воздухом пробы с сеточного стола в приемник. Сжатый воздух подавали через металлическую трубку длиной 750 мм и диаметром около 20 мм. Один конец трубки заглушен. На этом конце вдоль трубки имеется прорезь длиной 100 мм и шириной 1,0 мм. Вторым концом трубки присоединен гибким шлангом к трубопроводу со сжатым воздухом. Конец трубки с прорезью подвели под движущуюся сетку на расстоянии 250 ... 300 мм от лицевой кромки. В регистражной части бумажную массу собирали в кружку. После регистражного валика отдуваемое полотно образует пузырь и поступает в буюк.

Одновременно с отбором проб массы в тех же точках определяли концентрацию регистровой воды и ее зольность методом прокаливания (температура (800 ± 50) °С, продолжительность не менее 2 ч). Результаты представлены на рис. 1, 2.

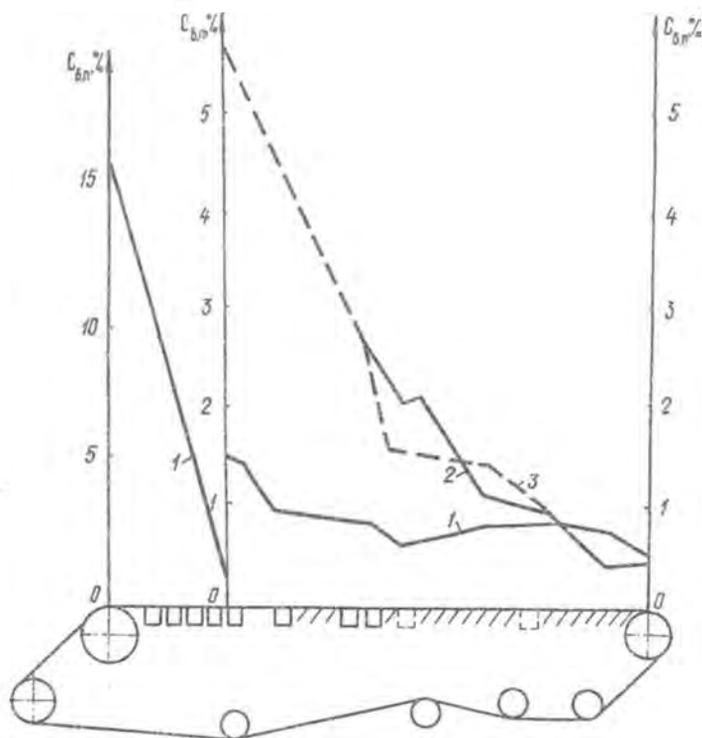


Рис.1. Изменение сухости бумажного полотна ($C_{в.п.}$):
 1 – до установки отсасывающих ящиков; 2 – после отсасывающих ящиков (без вакуума); 3 – после отсасывающих ящиков (с вакуумом)

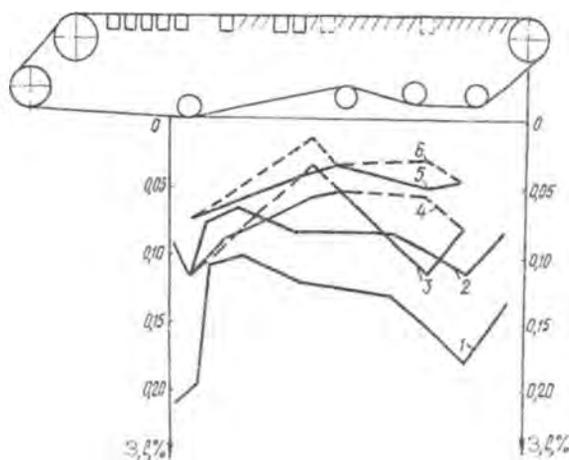


Рис. 2. Изменение концентрации C (1, 3, 4) и зольности Z оборотной воды (2, 5, 6) вдоль сеточного стола: 1, 2 – до установки отсасывающих ящиков; 3, 5 – после установки отсасывающих ящиков (без вакуума); 4, 6 – после установки отсасывающих ящиков (с вакуумом)

Одновременно у анализируемой массы был определен коэффициент фильтрации K при помощи прибора Ленинградского политехнического института. Принцип работы прибора состоит в следующем. В цилиндр подают воду для заполнения всей системы (до уровня сетки в цилиндре). Затем в цилиндр заливают исследуемую массу в количестве, соответствующем 1 м^2 данного вида бумаги по весу. Массе дают осесть под действием собственного веса, после чего доливают воду до уровня перелива, стремясь избежать размыва осевшей массы. Над осевшим слоем устанавливают предохранительную сетку. При непрерывающейся подаче воды опускают сливную трубку и к отливке прикладывают требуемый напор H , величину которого проверяют по манометру. При данной величине H замеряют толщину уплотнившейся отливки l и расход воды Q . Скорость фильтрации определяют по формуле

$$v_f = \frac{Q}{S t},$$

где S – поперечное сечение цилиндра;

t – время.

По закону Дарси для тонких слоев $v_f = \frac{H}{l} K$ находят коэффициент фильтрации. На рис. 3 представлен график, отражающий связь между коэффициентом фильтрации и степенью помола целлюлозы.

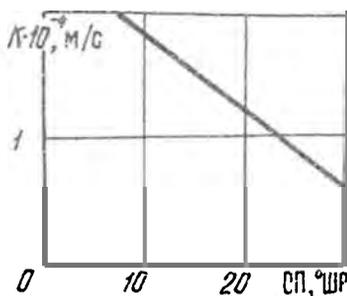


Рис.3. Зависимость коэффициента фильтрации целлюлозной массы от степени помола (СП)

Анализ полученных результатов свидетельствует о необходимости увеличения обезвоживающей способности сеточного стола. Этого можно достичь при установке в регистровой части сеточного стола «мокрых» отсасывающих ящиков, которые позволяют вести обезвоживание с предельной интенсивностью без разрушения структуры бумажного полотна. Другим преимуществом «мокрых» отсасывающих ящиков, по сравнению с регистровыми валиками, является возможность регулирования процесса обезвоживания независимо от скорости сетки бумагоделательной машины.

Сравним результаты изменения концентрации массы на сеточном столе до установки «мокрых» отсасывающих ящиков и после их установки (см. рис. 1), а также изменение характеристик оборотной воды при различных условиях обезвоживания (рис. 2). Как видно из рис. 1, 2, концентрация массы в конце регистровой части возросла с 1,5 до 6,0 % после установки «мокрых» ящиков с вакуумом. Концентрация оборотной воды снизилась примерно в 2 раза с одновременным уменьшением зольности. При этом просвет бумаги стал более ровным. Облачность просвета бумаги определяли визуально, сопоставляя ее с бумагой, полученной до установки «мокрых» отсасывающих ящиков.

После установки на сеточном столе новых обезвоживающих элементов появилась возможность увеличить скорость бумагоделательной машины до 420 м/мин с ростом выпуска качественной продукции на 8,855 тыс. т/год; повысить качество бумажного полотна за счет увеличения степени помола целлюлозной массы или снижения концентрации массы в напорном ящике с 0,50 до 0,45 %.

УДК 678.652.004.4

*В. В. ГЛУХИХ, В. Г. БУРЫНДИН, Н. И. КОРШУНОВА,
В. Б. ВОЙТ, В. М. БАЛАКИН*

Глухих Виктор Владимирович родился в 1949 г., окончил в 1972 г. Уральский политехнический институт, доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии переработки пластических масс Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 92 научных труда в области изучения структуры и свойств композиционных материалов с карбамидными связующими.



Бурындин Виктор Гаврилович родился в 1951 г., окончил в 1973 г. Уральский политехнический институт, кандидат химических наук, доцент кафедры технологии переработки пластических масс Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 52 научных труда в области изучения структуры и свойств карбамидных олигомеров и полимеров.



Коршунова Иина Ивановна родилась в 1940 г., окончила в 1963 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии переработки пластических масс Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 53 научных труда в области изучения структуры и свойств карбамидных олигомеров и полимеров.



Войт Вероника Борисовна родилась в 1964 г., окончила в 1986 г. Уральский государственный университет, кандидат химических наук, ассистент кафедры технологии переработки пластических масс Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 13 научных трудов в области изучения проблем отверждения карбаминоформальдегидных смол.





Балакин Вячеслав Михайлович родился в 1940 г., окончил в 1963 г. Уральский политехнический институт, кандидат химических наук, доцент кафедры технологии переработки пластических масс Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 250 научных трудов в области изучения структуры и свойств композиционных материалов с карбамидными связующими.

ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ ПРИ ХРАНЕНИИ

Установлено, что карбамидоформальдегидные смолы при хранении могут значительно изменять функциональный состав, что необходимо учитывать в производстве древесностружечных плит.

It has been stated that when being stored carbamideformaldehyde resins can significantly change their composition which is to be taken into consideration in particleboard manufacture.

Для большинства марок карбамидоформальдегидных смол (КФС), используемых в производстве древесных плит, гарантийный срок хранения не превышает двух месяцев. Известно, что КФС значительно изменяют свои свойства и за более короткий промежуток времени. В условиях нестабильной работы промышленных предприятий необходимо знать о поведении КФС при их длительном хранении, в том числе за пределами гарантийных сроков. Причины нестабильности КФС еще мало изучены. По мнению немецких ученых [10], особенно важно исследовать стабильность при хранении смол, полученных при пониженном общем мольном избытке формальдегида к карбамиду ($\Phi : K$).

Цель данной работы – изучить изменение функционального состава, физико-химических и технологических свойств КФС при их хранении и влияние этих изменений на свойства древесностружечных плит (ДСтП).

Для исследования были взяты промышленные образцы смол производственного кооператива «Полимер» (г. Нижний Тагил), полученные по непрерывной жидкофазной технологии с $\Phi : K = 1,51$ (образец 1) и $\Phi : K = 1,18$ (образец 2), которые хранились в комнатных условиях при температуре $(18 \pm 3)^\circ\text{C}$. Различие в соотношении $\Phi : K$ у этих образцов обеспечивалось добавкой второй порции карбамида на

стадии доконденсации по технологии синтеза смолы марки КФ-МТ-15. Кроме того, исследовали образцы смол марок КФ-0 ($\Phi : К = 1,30$) и КФ-0,15 ($\Phi : К = 1,2$), произведенных на Тавдинском фенольном комбинате периодическим способом. Средние арифметические значения результатов определения показателей физико-химических свойств КФС (при двух повторных измерениях) приведены в табл. 1, 2, аналогичные показатели лабораторных образцов однослойных ДСтП толщиной 16 мм (изготовлены по традиционному технологическому режиму [4]) из нефракционированной стружки (получена на станках ДС-7 из смеси древесины лиственных и хвойных пород в равном соотношении) – в табл. 3. С каждым образцом смолы изготавливали по два образца ДСтП. Результаты определения функционального состава КФС методом ИК-спектроскопии [3] с учетом содержания азота в смолах по Кьельдалю [1] представлены на рис. 1 и в табл. 2.

Таблица 1

Изменение показателей физико-химических свойств КФС [2] в процессе хранения (образец 1 – числитель, 2 – знаменатель)

Показатель	Значение показателя при продолжительности хранения, нед.				
	1	9	12	14	16
Массовая доля, %:					
	сухого остатка	$\frac{69}{73}$	$\frac{70}{73}$	$\frac{68}{69}$	$\frac{68}{68}$
свободного формальдегида	$\frac{0,26}{0,15}$	$\frac{0,24}{0,14}$	$\frac{0,26}{0,18}$	$\frac{0,33}{0,19}$	$\frac{0,11}{0,10}$
	Условная вязкость по ВЗ-4, с	$\frac{65}{51}$	$\frac{75}{75}$	$\frac{66}{72}$	$\frac{69}{90}$
рН	$\frac{9,1}{8,0}$	$\frac{8,7}{7,6}$	–	–	–
	Продолжительность желатинизации при температуре 100 °С, с	$\frac{60}{70}$	$\frac{57}{75}$	$\frac{62}{69}$	$\frac{118}{133}$

Анализ полученных результатов показал, что снижение соотношения $\Phi : К$ в КФС за счет увеличения количества карбамида, вводимого при синтезе смол на стадии доконденсации, ухудшает их стабильность при длительном хранении. В течение гарантийного срока хранения (45 сут) образец 2 удовлетворяет всем требованиям ТУ 6-06-12 – 88. Однако через 14 нед. после изготовления смолы значительно ухудшаются вязкость и продолжительность желатинизации при температуре 100 °С по ГОСТ 14231 – 88. Заметно снижается последний показатель и у образца 1 и смол КФ-0 и КФ-0,15.

Данные табл. 1, 2 и рис. 1 свидетельствуют о том, что при хранении КФС динамика изменения содержания основных функциональных групп различна.

Таблица 2

Изменение показателей физико-химических свойств образцов КФ-0
(числитель) и КФ-0,15 (знаменатель) в процессе хранения

Показатель	Значение показателя при продолжительности хранения, нед.		
	0,5...1,5	4,5	10,0...10,5
Массовая доля, %:			
сухого остатка	$\frac{64}{56}$	$\frac{63}{55}$	$\frac{64}{57}$
свободного формальдегида	$\frac{0,35}{0,24}$	$\frac{0,20}{0,15}$	$\frac{0,20}{0,15}$
Условная вязкость по ВЗ-4, с	$\frac{43}{34}$	$\frac{52}{37}$	$\frac{63}{36}$
pH	$\frac{8,5}{8,0}$	—	$\frac{8,0}{7,3}$
Продолжительность желатинизации при температуре 100 °С, с	$\frac{36}{44}$	$\frac{60}{72}$	$\frac{58}{64}$
Массовая доля метилольных групп, %	$\frac{13,4}{15,6}$	$\frac{13,5}{8,5}$	$\frac{12,3}{8,0}$
Функциональный состав по данным ИК-спектроскопии, %:			
метилольные группы	$\frac{15,7}{13,4}$	$\frac{13,9}{12,0}$	$\frac{14,6}{14,0}$
третичный азот	$\frac{11,2}{15,0}$	$\frac{10,5}{9,5}$	$\frac{8,5}{9,5}$

Таблица 3

Изменение показателей физико-механических свойств ДСтП в процессе хранения образцов смолы (образец 1 – числитель, 2 – знаменатель)

Показатель	Значение показателя при продолжительности хранения, нед.				
	1	9	12	14	16
Плотность, кг/м ³	$\frac{751}{730}$	$\frac{733}{751}$	$\frac{761}{780}$	$\frac{684}{681}$	$\frac{711}{697}$
Предел прочности, МПа:					
при изгибе	$\frac{33}{30}$	$\frac{33}{32}$	$\frac{33}{30}$	$\frac{47}{39}$	$\frac{40}{30}$
при растяжении перпендикулярно пласти	$\frac{1,61}{1,69}$	$\frac{1,17}{1,06}$	—	—	—
Разбухание по толщине за 24 ч, %	$\frac{17}{23}$	$\frac{19}{24}$	$\frac{17}{23}$	$\frac{29}{32}$	$\frac{13}{50}$
Водопоглощение за 24 ч, %	$\frac{62}{67}$	$\frac{53}{56}$	$\frac{62}{67}$	$\frac{89}{81}$	$\frac{70}{62}$

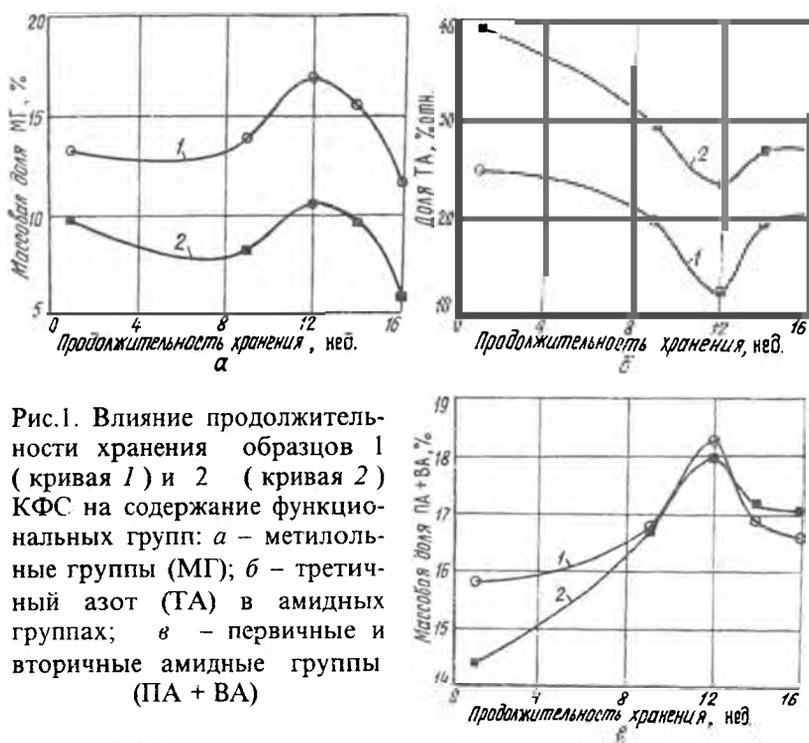
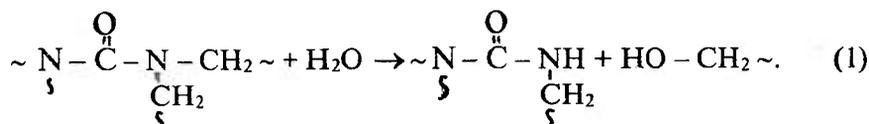


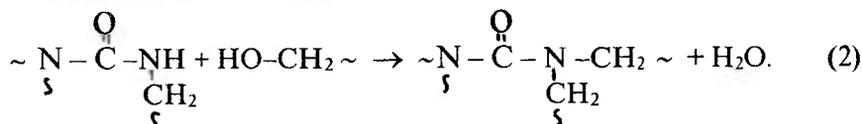
Рис.1. Влияние продолжительности хранения образцов 1 (кривая 1) и 2 (кривая 2) КФС на содержание функциональных групп: а – метилольные группы (МГ); б – третичный азот (ТА) в амидных группах; в – первичные и вторичные амидные группы (ПА + ВА)

Учитывая, что содержание свободного формальдегида в КФС практически не изменяется при хранении до 16 нед. (см. табл. 1), можно считать, что колебательный характер изменения содержания метилольных (рис. 1, а) и амидных групп (рис. 1, а, б) в смолах обусловлен соотношением скоростей реакций гидролиза и конденсации [3].

Падение концентрации третичных амидных групп и рост концентрации метилольных групп в КФС при хранении смол до 12 нед. можно объяснить преобладанием реакций гидролиза [10]:



После 12 нед. хранения в смолах, вероятно, преобладают реакции конденсации, в том числе реакции [2]:



Это приводит к росту в КФС доли третичных амидных групп, уменьшению доли метилольных групп и увеличению сухого остатка смол (табл. 1). Измерения, выполненные по методике [8], показывают,

что при длительном хранении смол количество сухого остатка возрастает на 10 ... 15 %.

Колебательный характер изменения свойств при хранении наблюдается у смол, полученных периодическим способом (табл. 2), что свидетельствует о неоднородности протекающих при старении процессов, об одновременно и последовательно происходящих процессах поликонденсации и деструкции.

Несмотря на значительное различие в содержании общего азота в образцах 1 и 2 (соответственно 21,02 и 23,71 %), через 9 нед. хранения доля первичных и вторичных амидных групп (ПА + ВА) у них становится примерно одинаковой (рис. 1, в).

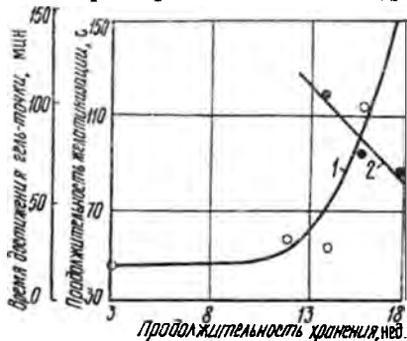


Рис.2. Изменение продолжительности желатинизации (кривая 1) и времени достижения гель-точки (кривая 2) в процессе хранения образца 2

Поэтому можно считать, что при длительном хранении на скорость отверждения этих образцов КФС заметное влияние оказывает только содержание метилольных групп. Подтверждением этому могут служить данные о продолжительности желатинизации при температуре 100 °С и времени достижения точки гелеобразования при 60 °С смол с добавкой 1 % хлористого аммония (рис. 2, табл. 2). При этом обращает на себя внимание тот факт, что с увеличением продолжительности хранения смолы значительно возрастает продолжительность желатинизации при одновременном снижении времени достижения гель-точки. Если сравнить функциональный состав и продолжительность желатинизации каждой КФС в разные сроки хранения, то можно отметить следующее. Образец 1 через 14 нед. хранения, имея большее содержание свободного формальдегида, метилольных групп, а также первичных и вторичных амидных групп, по сравнению со «свежей» смолой (через 1 нед. хранения), желатинизируется при температуре 100 °С вдвое медленнее. Аналогичная картина наблюдается и для образца 2. Такая зависимость, скорее всего, связана с тем, что продолжительность желатинизации — собирательный показатель, являющийся комплексом физико-химических процессов, которые протекают параллельно. Поэтому трудно выделить конкретный процесс, ответственный за его увеличение. С этой точки зрения для анализа скорости протекания процесса отверждения разумнее использовать время гелеобразования, которое отвечает моменту образования единой пространственной структуры в отверждающемся материале [9]. С увеличением срока хранения смолы время

гелесбраования падает, что соответствует ускорению процесса отверждения [6]. Это хорошо согласуется с данными об изменении функционального состава и увеличении концентрации и размеров коллоидных частиц от сроков хранения КФС [7].

Оценивая полученные нами результаты, а также данные других исследователей [10], можно полагать, что не только химическое, но и физическое строение КФС влияет на свойства смол.

Процесс старения сопровождается увеличением молекулярной массы, размеров надмолекулярных образований и полидисперсности системы.

Влияние старения КФС на физико-механические свойства ДСтП проявляется также за пределами гарантийного срока хранения смол (табл. 3). Этому влиянию подвержены только показатели предела прочности ДСтП при растяжении перпендикулярно пласти плиты и разбухания плит по толщине (для смолы с низким значением $\Phi : K$). Это еще одно свидетельство [10] того, что данные показатели свойств ДСтП наиболее чувствительны к химическому строению КФС.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что карбамидоформальдегидные смолы при хранении могут значительно изменять свой функциональный состав и это необходимо учитывать при оценке влияния КФС на технологию получения и свойства древесных композиционных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Анализ конденсационных полимеров / Л.С. Калинина, М.А. Моторина, Н.И. Никитина, Н.А. Хачапуридзе. - М.: Химия, 1984. - 296 с. [2]. ГОСТ 14231 - 88. Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия. - Введ. 01.07.89. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 22 с. [3]. Изучение процесса отверждения промышленных образцов карбамидоформальдегидных олигомеров методом ИК-спектроскопии / Н.И. Коршунова, В.В. Глухих, С.А. Орлов, В.М. Балакин // Лесн. журн. - 1992. - № 3. - С. 97-101. - (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Исследование влияния фенолов на свойства мочевиноформальдегидных олигомеров и древесностружечных плит / В.М. Балакин, В.В. Глухих, Ю.Ю. Горбунова и др. // Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. науч. тр. - Свердловск: Изд-во УПИ, 1986. - С. 98-106. [5]. Пшеницына В.П., Молоткова Н.Н., Шабадаш А.Н. О колебании концентрации метильных групп при отверждении мочевиноформальдегидных олигомеров // Высокомолекуляр. соединения. - 1986. - Т. 28, № 6. - С. 403-405. [6]. Реологические характеристики отверждающихся меламиноформальдегидных смол / С.Г. Куличихин, З.Д. Абенова, Н.И. Баштан и др. // Высокомолекуляр. соединения. - 1989. - Т. 31, № 11. - С. 2372-2377. [7]. Структура и свойства карбамидоформальдегидных смол в процессе их старения / С.А. Вшивков, В.М. Балакин, Н.И. Коршунова и др. // Высокомолекуляр. соединения. - 1995. - Т. 37, № 1. - С. 56-59. [8]. Christensen G. Analysis of functional groups in amino resin // Progr. Org. Coat. - 1980. - 8. - P. 211-239. [9]. Macosko G.W. Rheological changes during crosslinking // Brit. Polymer Y. - 1985. - 17, N 2. - P. 239-245. [10]. Schriever E., Roffael E. Veränderung von Formaldehydarmen UF-Harzen bei der Alterung // Adhasion. - 1988. - 32, N 5. - S. 19-24.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*78

*Р.Н. КОВАЛЕВ***ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ
ЛЕСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ
В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ОТ БЕЗДОРОЖЬЯ**

Приведены результаты вычислительного эксперимента по исследованию влияния цены потерь в лесном хозяйстве на динамику развития транспортной системы Тихвинского КЛПХ Ленинградской области.

The results of computing experiment on studies into losses price impact in forestry on dynamics of transport system development at Tikhvinsky Industrial Forestry of Leningrad Region have been presented.

Для лесного фонда Европейско-Уральского региона характерно сочетание большого числа взаимосвязанных, но противоречивых процессов. В деятельности лесных предприятий наблюдается тенденция к упрощению технологии, спад производства, резкое снижение инвестиционной активности. Текущие интересы при этом преобладают над перспективными, что не отвечает требованиям рыночной экономики.

Наиболее капиталоемкой фазой лесопромышленного производства является транспорт леса. Затраты на создание дорожной сети и подвижной состав равны 75 % общих затрат на освоение лесосырьевой базы предприятия [6]. Принципы многоцелевого лесопользования осуществимы лишь при наличии специальной транспортной системы лесного предприятия (ТСЛП), включающей транспортную сеть дорог различных типов и подвижной состав, а также обеспечивающей круглогодое освоение всей производственной площади предприятия. Формирование такой ТСЛП требует огромных материальных затрат и времени, поэтому важно уже сегодня проявить дальновидность в прогнозах развития, определить наиболее эффективные направления реконструкции ТСЛП, оптимальные сроки и этапы их осуществления.

Современный теоретический подход отличается экологической направленностью. До недавнего времени выбор рационального варианта ТСЛП опирался на технико-экономический подход, при котором в качестве показателя эффективности проектного решения использовали минимум приведенных к расчетному году капитальных и эксплуатационных затрат. В результате настоящие, а не будущие технико-

экономические возможности общества при ведении многоцелевого лесопользования как важнейшей части всего природопользования становятся основой эффективности проектного решения. По данным А.Г. Мошкалева [4], ежегодно по наличию дорог может быть реализовано лишь 20 ... 60 % объемов рубок от рекомендуемого по лесоводственным требованиям. Это ведет к резкому снижению продуктивности лесов, большому экономическому и экологическому ущербу. Поэтому назрела необходимость разработать экологические критерии оптимальности, по отношению к которым приведенные затраты выступают как показатели ограничений возможностей общества на данном этапе экономического развития. В современном лесном хозяйстве важно обосновать эффективность затрат на развитие ТСЛП с учетом общего эколого-экономического эффекта от их внедрения, чтобы в финансировании строительства лесных дорог на плановой научной основе могло участвовать государство как гарант экологического состояния окружающей среды.

При такой постановке задачи во главу угла ставятся долгосрочные социально-экономические цели с учетом лесоводственных факторов, а не технико-экономическая задача определения рациональных темпов развития технологического транспорта в тесной связи с размерами и мощностью предприятия в целом. Такая постановка оптимизационной задачи исходит из цели функционирования ТСЛП в условиях многоцелевого лесопользования – эффективное выполнение региональной системы лесохозяйственных мероприятий в конкретных природно-производственных условиях того или иного предприятия.

С точки зрения модельного представления процесс развития ТСЛП может быть описан как последовательность ее состояний во времени, связанных между собой переходами внутри периода планирования T . В целом планирование ТСЛП состоит в том, чтобы, оценивая прогнозируемые варианты эволюционно согласованных подсистем, реализовать долгосрочные цели ее развития.

Как было показано ранее [2, 3], комплексным критерием оценки эффективности транспортной системы лесного предприятия (ТСЛП) в условиях многоцелевого лесопользования может служить показатель эколого-экономического эффекта ЭЭЭ, в формализованном виде представляющий собой отношение двух функций, аддитивных по k :

$$\text{ЭЭЭ} = \frac{\sum_{k=1}^m Q^k}{\sum_{k=1}^m (\Pi Z^k + \Pi^k)} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где k – число этапов планирования ТСЛП, $k = 1, 2, \dots, m$;

Q – потенциально возможный объем вывозки лесных и нелесных грузов по транспортной сети предприятия за весь период планирования, т;

ΠZ – приведенные затраты на строительство и эксплуатацию ТСЛП с

учетом убытков и потерь в лесном хозяйстве от изъятия лесо-
производящих земель под дорожную сеть, р.;

Π – потери в лесном хозяйстве от бездорожья, р.

Потери от бездорожья Π предложено оценивать по формуле [3]

$$\Pi^k = \Pi l^k (1 - U_c^k) S_a, \quad (2)$$

где Πl^k – коэффициент, равный максимальным потерям в лесном хозяйстве при многоцелевом лесопользовании с 1 га лесного фонда предприятия при отсутствии дорог ($U_c=0$) на k -м этапе планирования, р./га;

U_c^k – коэффициент уровня развития транспортной сети на k -м этапе планирования;

S_a – площадь лесного фонда предприятия.

Коэффициент Πl можно определить по формуле [1]

$$\Pi l = \frac{\sum_{i=1}^m M_i r_i}{(1+E)^{T_i-t}} + \frac{\sum_{j=1}^n M_j r_j (1+E)^{T_n-T_m+t-T_j}}{(1+E)^{T_n-1}} + \frac{\sum_{\sigma=1}^k V_{\sigma} r_{\sigma}}{E}, \quad (3)$$

где i, j, σ – индексы вида пользования;

M_i, M_j – объем пользования, м³;

E – коэффициент эффективности капитальных затрат;

T_i, T_j – возраст древостоев, в котором осуществляется соответствующий вид промежуточного пользования, лет;

t – фактический возраст насаждений на оцениваемом лесном участке;

T_n, T_m – возраст главных рубок в оцениваемом и эталонном насаждениях, лет;

r_i, r_j, r_{σ} – оценка единицы продукции соответствующего вида пользования, р.;

V_{σ} – годичный выход продукции σ -го вида побочного пользования лесом, м³.

Поскольку оценка единицы продукции соответствующего вида пользования (главное, промежуточное, побочное) производится на зонально-типологической основе, то коэффициент Πl учитывает региональные особенности лесопользования и может применяться для оценки потерь в лесном хозяйстве от бездорожья в условиях конкретного предприятия.

Но в настоящее время нет твердо установленных и узаконенных на государственном уровне экономических оценок единицы продукции многоцелевого лесопользования; данный вопрос находится в стадии разработки. Поэтому в целях исследования влияния коэффициента Πl на динамику ТСЛП по специально разработанной компьютерной программе был проведен эксперимент для ряда предприятий Европейско-Уральской зоны России. В качестве примера на рис. 1 и 2 в графической форме представлены результаты расчетов планирования ТСЛП

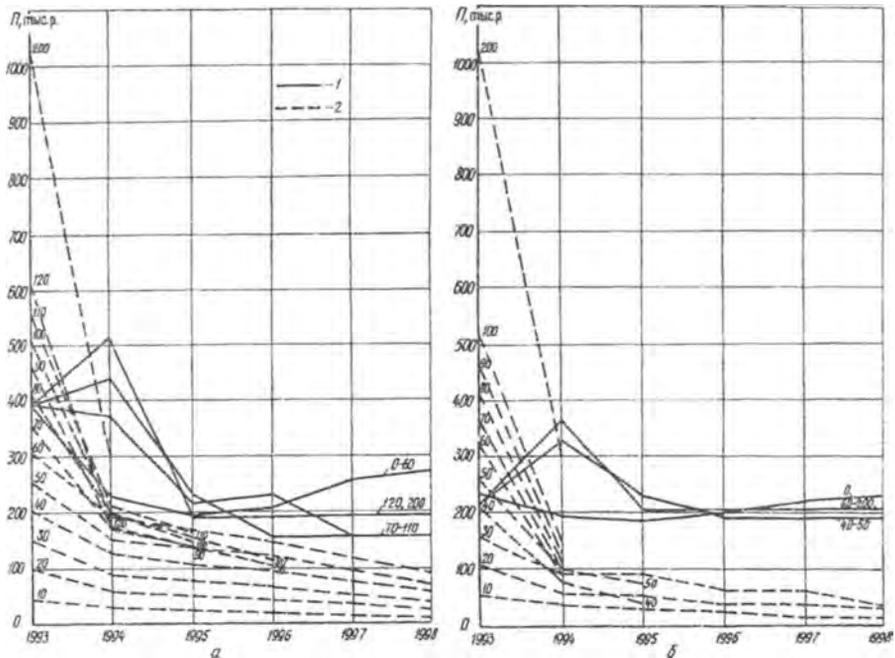


Рис.1. Динамика затрат ПЗ (1) и потерь от бездорожья П (2) в зависимости от коэффициента P_k : а – для автопоездов 1-й группы; б – 3-й группы

для Тихвинского КЛПХ Ленинградской области. Лесной фонд данного предприятия характеризуется следующими данными: молодняки I и II классов возраста – 45,3; средневозрастные древостои – 5,2; припевающие – 21,4; спелые и перестойные – 28,1 %.

Результаты эксперимента по другим предприятиям (Красноуральский КЛПХ и Сысертский гослесхоз Свердловской области, Нижневартовский ЛПХ Тюменской области) были аналогичны. Нормативной базой эксперимента служили Общесоюзные нормы технологического проектирования лесозаготовительных предприятий [5], которые используются и в настоящее время при составлении проектно-сметной документации путем введения поправочного коэффициента на инфляцию. Но даже при нарушении соотношения цен в формуле (1) общая тенденция процессов развития ТСЛП не изменится при варьировании цены потерь в лесном хозяйстве от бездорожья. Для более контрастного представления результатов эксперимента данные на рисунках приведены для двух полярных групп автопоездов: 1 – тяжелые автопоезда на базе тягачей типа КраЗ; 3 – легкие типа ЗИЛ и КамАЗ.

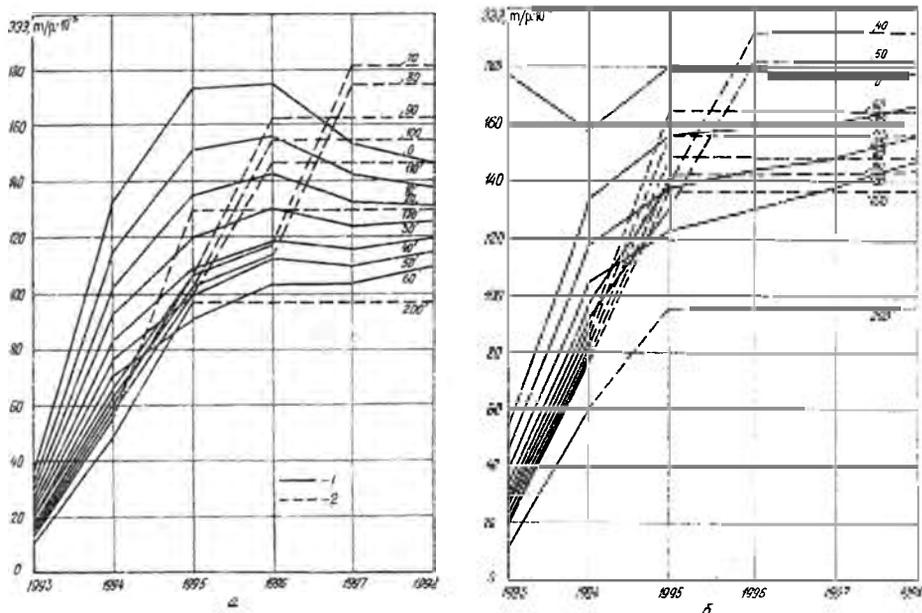


Рис.2. Динамика ЭЭЭ в зависимости от коэффициента Pl : а – для автопоездов 1-й группы; б – 3-й группы; 1 – система в развитии; 2 – в стационарном состоянии

Результаты эксперимента позволяют сделать следующие выводы.

1. Определяющее влияние на динамику развития ТСЛП в соответствии с критерием ЭЭЭ оказывает соотношение затрат на строительство и эксплуатацию ТСЛП и соответствующих данному уровню ее развития потерь в лесном хозяйстве от бездорожья, величина которых, кроме всего прочего, зависит от оценки этих потерь Pl . При низкой единичной стоимости потерь Pl (предприятия с низкой интенсивностью ведения лесного хозяйства в лесах III группы), когда потери P малы по сравнению с $PЗ$, они практически не влияют на динамику ТСЛП. Ее развитие идет аналогично известному технико-экономическому критерию минимума удельных приведенных затрат.

По мере роста цены потерь, когда P и $PЗ$ становятся сравнимыми, развитие ТСЛП для получения максимума ЭЭЭ необходимо ускорять: система «стремится» снизить P за счет увеличения концентрации затрат. При $Pl \geq 40, 50$ р./га (в ценах 1984 г.) в случае использования легких автопоездов затраты необходимо концентрировать в два этапа развития вместо пяти. При превышении потерь над затратами развитие ТСЛП должно идти в максимально короткие сроки – за один этап. При этом происходит концентрация вложений (инвестирования) затрат $PЗ$, что и обеспечивает максимум ЭЭЭ.

В случае использования на вывозке тяжелых автопоездов группы А, когда затраты $ПЗ$ значительно выше, чем у автопоездов 3-й группы, система более инертна по отношению к величине $П$. Ускорение развития происходит при $Пл \geq 70$ р./ га и достигает максимума при $Пл > 120$ р./ га .

2. Показатель ЭЭЭ нельзя рассматривать как абсолютный показатель эффективности ТСЛП в отрыве от условий конкретного предприятия, так как он характеризует динамику развития ТСЛП в рамках конкретных временных и природно-производственных условий ее функционирования и развития, а его абсолютная величина зависит от соотношения затрат $ПЗ$ и потерь $П$, возникающих при этом развитии. Этот критерий позволяет рационально планировать ТСЛП в широком спектре условий лесопользования. При $Пл \approx 0$ он работает аналогично критерию $C \rightarrow \min$, в зоне интенсивного ведения лесного хозяйства в лесах 1-й и 2-й групп – дифференцированно в зависимости от соотношения возникающих при развитии ТСЛП затрат и потерь от бездорожья.

Данные настоящих исследований показали принципиальную необходимость при планировании ТСЛП учитывать потери в лесном хозяйстве от бездорожья, важность обоснования их цены. Углубленные исследования в этом направлении должны быть продолжены специалистами в области экономики и транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Елизаров А.Ф. Экономика природопользования. - СПб., 1993.- 44 с. [2]. Ильин Б.А., Ковалев Р.Н., Гуров С.В. Оптимизация транспортных систем лесных предприятий в новых условиях лесопользования // Изв. СПб. ЛТА. - 1994. - Вып. 2. - С. 56 - 58. [3]. Ковалев Р.Н. Параметрическое описание транспортных систем лесных предприятий с учетом принципов рационального лесопользования // Лесн. журн. - 1993. - № 4. - С. 48 - 52. - (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Мошкалев А.Г. Расчет размера промежуточного пользования по наличию дорог // Лесн. хоз-во. - 1986. - № 10. - С. 49 - 50. [5]. Общесоюзные нормы технологического проектирования лесозаготовительных предприятий: ОНТП 02 - 85. - Л., 1989. - 232 с. [6]. Сухопутный транспорт леса / Под ред. В.И. Алябьева. - М., 1990. - 416 с.

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 681.3:372.853.1

В. А. КАЛЕНТЬЕВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ СТУДЕНТОВ ЛЕСОИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Предложена многоуровневая система выполнения учебно-исследовательских расчетных работ с применением ЭВМ для студентов лесоинженерных специальностей.

A multi-level computer-based system of performing educational-and-research designing works for the students of forest engineering specialities has been offered.

В последние годы большое внимание уделяют применению ЭВМ при изучении курса теоретической механики. Данная статья написана на основе опыта работы кафедры сопротивления материалов и теоретической механики Уральской государственной лесотехнической академии (УГЛТА) [1].

Применение ЭВМ позволяет существенно расширить круг задач, решаемых в курсе теоретической механики, приблизить их к реальным проблемам лесопромышленного производства. Учебно-исследовательские работы должны быть достаточно ясны по физическому смыслу, близки к специальности студента и не выходить за рамки курса теоретической механики. На нашей кафедре при выполнении таких работ используют численные методы [4] и вводят переменные параметры [2, 3]. Особенно важен поиск оптимального решения. Надо приучать студента к мысли, что конструкция, технологический процесс не есть нечто неизменное, что их можно и нужно совершенствовать, составляя математические модели и анализируя их с применением ЭВМ.

В зависимости от индивидуальных особенностей студентов, их подготовки и бюджета времени учебно-исследовательские расчетные работы можно условно разделить на три уровня сложности [4] (см. рисунок).

При недостаточной подготовке студентов или небольшом объеме курса можно ограничиться первым уровнем. Здесь студент использует уже готовую программу, обычно записанную на диске, и его задачей является ввод исходной информации в ЭВМ, проведение расчетов и анализ результатов.

Второй уровень выполнения расчетных работ предполагает умение студента программировать на каком-либо алгоритмическом языке. Пока это способны делать только отдельные студенты. Однако со временем умение программировать должно стать нормой для всех студентов.

Третий уровень рассчитан на сильных студентов. Он предполагает хорошую подготовку по фундаментальным дисциплинам, умение абстрактно мыслить.

Опыт кафедры сопротивления материалов и теоретической механики УГЛТА показывает, что применение ЭВМ в учебном процессе дает возможность эффективно внедрять массовые и индивидуальные формы учебно-исследовательской работы студентов уже на младших курсах и прививать студентам необходимые исследовательские навыки. Применение ЭВМ позволяет кафедре легче решать задачу профессиональной ориентации курса, быстрее устанавливать контакты со специальными кафедрами.

В настоящее время созданы факультетские дисплейные классы. Такое объединение усилий всех кафедр факультетов позволит решить задачу приобщения студентов младших курсов к использованию ЭВМ в различных формах учебно-исследовательской работы студентов, будет способствовать подготовке высококвалифицированных специалистов лесной промышленности, владеющих современной вычислительной техникой.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Калентьев В.А., Чашин Н.И. Использование ЭВМ в процессе обучения теоретической механике студентов лесоинженерных специальностей // Тез. докл. методич. совещания-семинара. - Новосибирск, 1989. - С. 11-12. [2]. Кинематический анализ плоского механизма с одной степенью свободы: Методич. указания / Н.И. Чашин, В.А. Калентьев. - Свердловск, 1990. - 24 с. [3]. Определение реакций опор и усилий в стержнях плоской фермы: Методич. указания / Н.И. Чашин. - Свердловск, 1986. - 20 с. [4]. Численные методы и ЭВМ в исследовании кинематики точки: Методич. указания / В.А. Калентьев, Н.И. Чашин, М.Г. Бояршинов. - Свердловск, 1990. - 24 с.

УДК 62-503.55:674.09

В. В. ЧАМЕЕВ, В. В. ОБВИНЦЕВ

Чамеев Василий Владимирович родился в 1947 г., окончил в 1971 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации лесоразработок Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 47 печатных трудов в области имитационного моделирования технологических процессов лесообработывающих цехов.



Обвинцев Валентин Васильевич родился в 1941 г., окончил в 1969 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации лесоразработок Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 84 печатных труда в области моделирования и оптимизации производственных процессов.

КОМПЛЕКС-ПРОГРАММА ZECH ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА В ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХАХ

Приведены основные математические модели операций технологического процесса лесообработывающего цеха, схема работы с комплекс-программой ZECH, состав решаемых задач и методика технологических расчетов.

The basic mathematical models of woodworking shop process operations, the complex-program ZECH work scheme, the composition of the problems solved and methods of technological calculations have been presented.

Созданная на кафедре механизации лесоразработок комплекс-программа (КП) ZECH (программные средства для ПЭВМ) реализована на базе математических моделей операций технологических процессов (ТП) лесообработывающих цехов (ЛОЦ). Она предназначена для решения задач анализа и синтеза в ЛОЦ лесозаготовительных предприятий. Перечень задач приведен в таблице.

Код	Задача
1.1	Оптимальная область применения существующего цеха по выпуску готовой продукции
1.2	Прогнозирование технико-экономических показателей работы цеха при изменении номенклатуры выпускаемой продукции
1.3	Специализация цехов по готовой продукции на уровне территориально-промышленного объединения или концерна
2.1	Оптимальная область применения существующего цеха по сырью
2.2	Оптимальное распределение групп сырья, имеющегося на складе перед цехом, по видам выпиливаемой готовой продукции
2.3	Выявление целесообразности сортировки и степени дробности сортировки сырья
2.4	Прогнозирование технико-экономических показателей работы цеха с учетом планируемого сортиментного плана предприятия
2.5	Технико-экономическая оценка нижнего уровня размерно-качественных параметров круглых лесоматериалов, пригодных для эффективной работы цеха
2.6	Специализация цехов по сырью (работающих на привозном сырье в пределах исследуемого региона)
3.1	Выбор типового проекта цеха для конкретных условий
3.2	Проектирование технологии цеха для конкретных условий
3.3	Разработка рекомендаций по реконструкции или расширению производства существующего цеха для конкретных условий

Первые две группы (1.1 – 1.3 и 2.1 – 2.6) относятся к задачам анализа, которые возникают в связи с исследованием сложных систем, третья группа (3.1 – 3.3) – к задачам синтеза.

В основу моделей положены результаты статистической обработки наблюдений в ЛОЦ лесозаготовительных предприятий Уральского региона. В их комплекс входят следующие модели: входного потока лесоматериалов; деления лесоматериалов на станках; формирования длительностей циклов для станочного и транспортного оборудования; собственных простоях станков; выходных потоков лесоматериалов.

Модель входного потока состоит из модели подачи сырья в цех по времени и модели сырья. Длительность цикла поступления сырья в цех, как случайная величина, не противоречит экспоненциальному распределению со «сдвигом». Модель сырья представлена математическим описанием размерно-качественных параметров круглых лесоматериалов (диаметр, длина, сбег, породный состав, наличие гнили и сучков, кривизна). Функция плотностей распределений диаметров d круглых лесоматериалов имеет следующий вид:

$$f(d) = \begin{cases} [1 / (\sigma d \sqrt{2\pi})] \exp \left\{ -0,5 [(\ln d - a) / \sigma]^2 \right\}; \\ [1 / (\sigma_d \sqrt{2\pi})] \exp \left\{ -0,5 [(d - \bar{d}) / \sigma_d]^2 \right\}, \end{cases}$$

где σ , a – параметры логарифмически нормального распределения,

$$\sigma^2 = \ln d - 2a; a = \ln \bar{d} - 0,5 \ln (1 + \sigma_d / \bar{d}^2);$$

d – диаметр сырья (случайная величина), см;

\bar{d} – среднее значение случайной величины, см;

σ_d – среднее квадратичное отклонение случайной величины, см.

Вероятность P описания случайной величины d логнормальным законом имеет вид:

а) лесоматериалы группового (Гр) деления (в основном, пиловочник) на лесопильных рамах:

при $\bar{d} < 16,2$ см

$$P_{\text{лог}}^{\text{Гр}} = 1;$$

при $16,2 \text{ см} < \bar{d} < 25,0 \text{ см}$

$$P_{\text{лог}}^{\text{Гр}} = 0,0117 \bar{d}^2 - 0,6032 \bar{d} + 7,7102;$$

б) лесоматериалы индивидуального (И) деления (в основном, тарный кряж с некоторой долей сырья для технологической переработки) на станках типа ЦДТ и ленточнопильных с кареткой:

при $\bar{d} < 17,7$ см

$$P_{\text{лог}}^{\text{И}} = 1;$$

при $17,7 \text{ см} < \bar{d} < 31,0 \text{ см}$

$$P_{\text{лог}}^{\text{И}} = 0,0056 \bar{d}^2 - 0,3500 \bar{d} + 5,4346.$$

Вероятность описания величины d нормальным законом:

а) лесоматериалы группового деления:

при $16,2 \text{ см} < \bar{d} \leq 25,0 \text{ см}$

$$P_{\text{нор}}^{\text{Гр}} = 1 - P_{\text{лог}}^{\text{Гр}};$$

при $\bar{d} = 25,0$ см

$$P_{\text{нор}}^{\text{Гр}} = 1;$$

б) лесоматериалы индивидуального деления:

при $17,7 \text{ см} < \bar{d} \leq 31,0 \text{ см}$

$$P_{\text{нор}}^{\text{И}} = 1 - P_{\text{лог}}^{\text{Гр}};$$

при $\bar{d} > 31,0$ см

$$P_{\text{нор}}^{\text{И}} = 1.$$

Длина круглых лесоматериалов L , поступающих в ЛОЦ, распределяется по нормальному закону. Среднее квадратическое отклонение (СКО) случайной L описывается уравнением

$$\sigma_l = (0,00026 \bar{L}^2 - 0,1795 \bar{L} + 32,71) \bar{L} / 100,$$

где \bar{L} – среднее значение длины сырья.

Первый параметр сортообразующего порока J представлен в модели случайной величиной X с типом вероятностного распределения

P_x , средним значением \bar{X} , СКО σ_x , вероятностью появления P_n и указанием зависимости P_x , \bar{X} , σ_x , P_n от доминирующих факторов. Математическое описание пороков дано для основных древесных пород.

Модели формирования длительностей циклов t_d для станочного оборудования базируются на следующих известных формулах:

циклопроходные и однопозиционные торцовочные станки

$$t_d = n_p t_{1p};$$

проходные станки с продольным делением лесоматериалов

$$t_d = t_m L + t_{ц.п},$$

где n_p – число резов;

t_{1p} – длительность цикла на один рез, для циклопроходных станков с учетом длины лесоматериалов $t_{1p} = L t_{1p/l}$;

$t_{1p/l}$ – длительность цикла на единицу длины одного реза;

t_m – длительность деления единицы длины лесоматериала;

$t_{ц.п}$ – длительность простоя в каждом цикле.

Модель содержит зависимости статистик случайных величин t_{1p} , $t_{1p/l}$, $t_{ц.п}$ и t_m , тип их вероятностного распределения от параметров лесоматериалов, схемы раскроя для основных пород и наиболее распространенных видов станков.

Приведены функциональные и статистические модели деления лесоматериалов для всех основных станков технологического потока с указанием выхода заготовок и их размеров.

Модели длительности собственных простоев станков t_n и интервалов времени между собственными простоями $t_{м.с}$ являются функциями плотностей экспоненциального (со «сдвигом») распределения:

$$f(t) = \begin{cases} \exp(-\lambda(t-t_0)) & \text{при } t \geq t_0; \\ 0 & \text{при } t < t_0. \end{cases}$$

Здесь t_0 имеет смысл гарантированного времени, означающего, что событие t_n или $t_{м.с}$ не может произойти до момента t_0 .

Предложенные математические модели операций технологического процесса ЛОЦ реализованы на ПЭВМ IBM в КП ZECH, состоящей из трех компонент-программ (SORT, STANOK, POTLIN), базы данных BADAN и пакета вспомогательных программ.

Компонент-программа SORT предназначена для определения статистик размерных параметров основных сортообразующих пороков, сортового состава сырья и выхода готовой продукции. Основные входные данные для решения задачи по этой программе: объем моделирования сырья, толщина и длина сырья (среднее значение, СКО, минимальное и максимальное значения случайной величины, тип вероятностного распределения); породный состав; группа качества сырья (И, Гр; Гр + И), ограничения по сортности сырья в целом и по основным сортообразующим порокам; толщина выпиливаемых заготовок для тарно-

го потока и вид пиломатериалов (обрезные или необрезные) для лесопильного потока.

Выходная информация выдается в виде таблиц, содержащих данные о сортовом составе сырья (в том числе данные о гнили, сучках и кривизне), совокупности пороков в сырье и вероятности встречи пороков; средние значения и СКО степени поражения бревна торцевой гнилью, числа сучков на 1 м длины бревна, диаметра сучков, процента кривизны; объемные показатели выхода готовой продукции.

Для нахождения вида и коэффициентов уравнений $Y = f(x)$ (Y, x – соответственно первые выходной и входной параметры компонент-программы SORT) используют программу APPROKS, разработанную В.В. Побединским.

Компонент-программа STANOK служит для определения длительности циклов основного станочного оборудования. Основные входные данные для решения задачи по этой программе: объем моделирования сырья; толщина и длина сырья (среднее значение, СКО, минимальное и максимальное значения случайных величин. тип вероятностного распределения); породный состав; тип станка и его характеристика; постав; сезон работы; параметры для построения гистограмм.

Выходная информация выдается на печать в виде таблиц, содержащих частоты попаданий значений случайной величины t_d в заданные интервалы, а также ее средние значения и СКО.

Для определения вида теоретического вероятностного распределения, описывающего случайную величину t_d , предназначена программа PIRSON, созданная С.Б. Соколовым.

Выходные данные от компонент-программ SORT и STANOK являются входными параметрами при решении задачи по компонент-программе POTLIN, которая предназначена для получения основных технологических показателей работы ЛОЦ (объем перерабатываемого сырья, число единиц готовой продукции, коэффициенты использования станков).

В структурной схеме для имитационного моделирования (рис. 1) задают один или два подающих транспортера (Тр1, Тр2), 0 – 4 головных станка (ГСН), 0 – 6 станков второго уровня (BCN) и 0 – 12 станков третьего уровня (ТСН).

Станки JCN ($J \in \{Г, В, Т \text{ или } 1, 2, 3\}$) классифицированы:

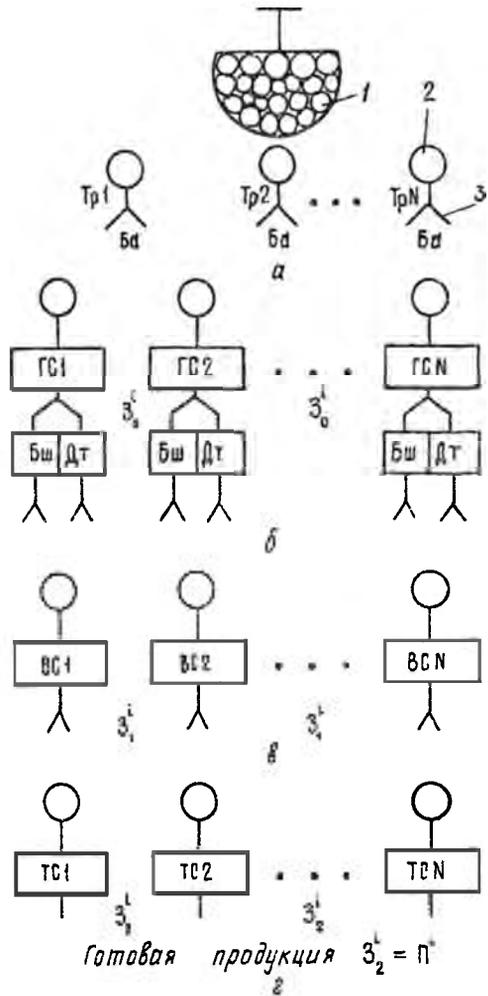
по типу деления круглых лесоматериалов Бд (для индивидуального деления (ИД) типа ЛБ, ЦДТ; для группового деления (ГД) типа лесопильной рамы, ФСБ);

по схеме деления круглых лесоматериалов Бд групповым способом на заголовки (З) (толщина З равна ширине (Бш) и толщине (Дт) готовой продукции);

по числу заготовок в пакете для деления на станках JCN (деление пакетами (ПД), для поштучного деления заготовок (ЩД));

по надежности (JCN 1Т ... JCN 4Т);

Рис.1. Структурная схема моделируемой системы ЛОЦ: *a* – заполнение питателей ТрN пачками бревен; *б* – поштучная подача бревен Бд на питатели ГСN; *в* – деление бревен Бд на заготовки Z_0^1 (Бш) и Z_0^2 (Дт) по схемам Бш или Дт, или Бш/Дт; *г* – деление заготовок Z_0^1 (Бш) и Z_0^2 (Дт) на ВСN на заготовки Z_1^1 ; *д* – деление заготовок Z_1^1 на ТСN на готовую продукцию $Z_2^1 = \Pi^1$; 1 – пачки бревен; 2 – питатель; 3 – делитель потока (прямоугольником обозначен станок JCN)



по расположению станка JCN к станку предыдущего уровня (левые (Л) и правые (П)).

Моделирующий алгоритм определяет и фиксирует последовательные состояния элементов С1 (ТрN и JCN) заданной структурной схемы технологического процесса через интервалы времени с шагом Δt в диапазоне $0 \dots T_m$ (где T_m – время моделирования).

На печать выводят следующие параметры функционирования ТрN и JCN (в пересчете на одну смену): суммарное время простоев из-за отсутствия заготовок; суммарное время собственных простоев станков; суммарное время простоев из-за переполнения станков последующих уровней деления лесоматериалов; коэффициенты работы станков (технического использования, загрузки, использования); количественные показатели работы ТрN и JCN (объемы заготовок в штуках, посту-

пающих на TrN и JCN и получаемых при делении по заданным схемам).

Кроме того, программа обеспечивает вывод на печать общий объем перерабатываемого цехом сырья в кубометрах. Объем выпиливаемой цехом пилопродукции определяют с помощью компонент-программы SORT.

Результаты моделирования, полученные по компонент-программе POTLIN, в случае необходимости обрабатывают по программам PIRSON и APPROKS.

В комплекс-программе ZECH (рис. 2) прилагаются программы QSB (для оптимизации технологического процесса симплекс-методом) и EKONOMIK (для расчета экономической эффективности работы цеха). Автор последней – А.В. Солдатов.

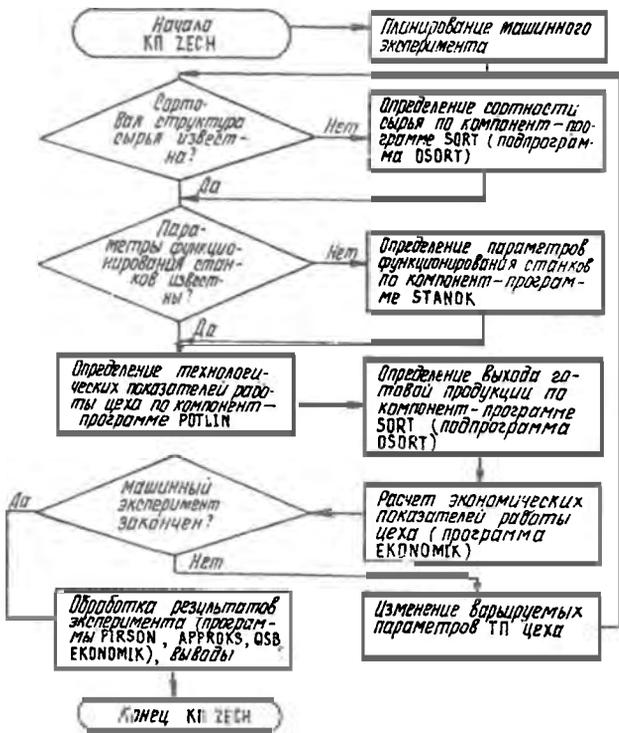


Рис.2. Схема работы комплекс-программы ZECH

Для КП ZECH методически разработаны технологические основы расчета ТП ЛОЦ, которые предусматривают определение сортового состава сырья; обоснование размерных параметров круглых лесоматериалов; выбор головных станков и определение параметров их функционирования; синхронизацию работы станков в технологических потоках. Задачу синхронизации решают поэтапно: синхронизация работы технологических потоков ЛОЦ с «внешней средой» назначением опти-

мальных вместимостей питателей перед цехом и требуемых интенсивностей подачи сырья в цех; синхронизация головных станков с входными потоками лесоматериалов за счет оптимального распределения сырья между технологическими потоками по диаметрам, сортности, породе и оптимальной вместимости питателей перед головными станками; синхронизация головных станков со специализированными потоками за счет оптимальных поставок; синхронизация головных станков со станками второго и третьего уровней деления за счет увеличения вместимости питателей станков последующих уровней или их пропускной способности. Степень синхронизации станков оценивают по коэффициентам их загрузки.

Комплекс-программа постоянно используется для проведения учебного процесса и выполнения хозяйственных тем с лесозаготовительными предприятиями.

УДК 62-529

В.А. ШАМАЕВ, В.С. ПЕТРОВСКИЙ, Н.И. ВИННИК, А.Е. ЧААДАЕВ

Шамасв Владимир Александрович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Воронежский государственный университет, доктор технических наук, заместитель директора по науке Научно-производственного центра «ВОСМОДРЕВ» при Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет 32 изобретения в области модификации древесины.



Винник Николай Иосифович родился в 1927 г., окончил в 1951 г. Львовский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор, заместитель генерального директора Научно-производственного центра «ВОСМОДРЕВ» при Воронежской государственной лесотехнической академии, председатель Межгосударственного технического комитета МТК-196 по стандартизации, руководитель Испытательного центра и заместитель руководителя Органа по сертификации, главный ученый секретарь и академик Академии проблем качества РФ. Имеет около 90 научных трудов в области комплексного использования древесного сырья.



Чаадаев Анатолий Евгеньевич родился в 1939 г., окончил в 1961 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Научно-производственного центра «ВОСМОДРЕВ» при Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет около 80 научных работ в области модификации древесины, прессования и изучения триботехнических характеристик.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ И ЕГО ОПТИМИЗАЦИЯ

Использован метод планирования эксперимента для определения оптимальных режимов производства модифицированной древесины; получены математические модели, устанавливающие зависимости плотности, прочности, разбухания, ударной вязкости и себестоимости модифицированной древесины от технологических факторов. Представлены результаты многокритериальной оптимизации технологического процесса производства модифицированной древесины с помощью метода последовательных уступок.

The method of experiment planning for determining the optimal conditions of producing modified wood has been used; the mathematical models, determining the relations between density, strength, swelling, impact strength, cost price of the modified wood and the technological factors have been constructed. The results of multi-criteria optimization of the technological process of producing modified wood by means of the consecutive yielding have been presented.

В настоящее время модифицированная древесина находит применение в качестве заменителя древесины твердых лиственных пород, черных и цветных металлов, пластмасс и т.д. [4].

На качество модифицированной древесины, полученной методом прессования, влияет большое число технологических факторов: ее исходная плотность, влажность, порода, степень прессования и т.д. [3]. Системный анализ и экспертная оценка факторов показали, что десять из них являются значимыми. Они относятся к регулируемым, в дальнейшем будем называть их входными. К нерегулируемым относятся точность механической обработки, скрытые пороки древесины, распределение модификатора и влаги в образцах древесины и др.

Модифицированная древесина имеет более чем 60 показателей физико-механических, эксплуатационных и эргономических свойств. Для моделирования процесса были отобраны 5 наиболее важных факторов, каждый из которых характеризует совокупность показателей других свойств. Эти пять факторов будем называть выходными (или целевыми функциями).

Для проверки значимости входных и выходных факторов была проведена их экспертная оценка методом ранговой корреляции [2]. Результаты априорного ранжирования показали, что все 10 входных и 5 выходных факторов являются значимыми.

Математическое планирование эксперимента проводили по методике Бокса-Уилсона [1]. В табл. 1 представлены входные факторы и их уровни (в порядке убывания по степени значимости).

Таблица 1

Код	Фактор	Уровни фактора		
		-1	0	+1
X ₁	Исходная плотность, кг/м ³	450	550	650
X ₂	Исходная влажность, %	10	20	30
X ₃	Степень прессования, %	30	40	50
X ₄	Условный предел прочности, МПа	5	10	15
X ₅	Температура древесины, К	313	333	353
X ₆	Угол наклона волокон к радиальному направлению, град	0	45	90
X ₇	Температура термообработки, К	393	413	433
X ₈	Продолжительность термообработки, ч	4	6	8
X ₉	Скорость прессования, мм/мин	4	22	40
X ₁₀	Порода	Тополь	Осина	Береза

Значения входных факторов кодировали по формуле

$$X_i = \frac{\bar{X}_j - X_{j0}}{I_j}, \quad (1)$$

где X_i - кодированное значение фактора;

\bar{X}_j - натуральное значение фактора;

X_{j0} - натуральное значение основного уровня;

I_j - интервал варьирования.

Выходные факторы в порядке убывания их значимости приведены в табл. 2.

Таблица 2

Код	Фактор	Направление оптимизации	Оптимальное значение фактора
Y ₄	Конечная плотность, кг/м ³	max	1360
Y ₁	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	max	182
Y ₂	Объемное разбухание, %	min	25,1
Y ₃	Ударная вязкость, кДж/м ²	max	12
Y ₅	Себестоимость модифицированной древесины, доллар США /м ³	min	183

Из-за большого числа входных факторов и невозможности проведения полного факторного эксперимента использовали реплику 2^{10-6} . Матрица ротатабельного планирования второго порядка состоит из трех блоков. В первый входят опыты 1–8 плана 2^{10-7} и опыты 9–16, являющиеся зеркальным отражением первого плана. Второй блок (опыты 17–36) построен с использованием звездного плеча, третий - (опыты 37–50) - из произвольной комбинации первых двух блоков по принципу наибольшей вариабельности факторов в опытах.

По построенной матрице был проведен активный эксперимент на 15-ти образцах в каждом опыте. В результате обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов на ПЭВМ, проверки адекватности моделей с использованием критерия Фишера и значимости коэффициентов с помощью критерия Стьюдента были получены следующие зависимости показателей свойств модифицированной древесины от входных факторов:

для прочности

$$\begin{aligned}
 Y_1 = & -4975,176 + 0,85X_1 + 56,066X_2 - 47,368X_3 + 30,428X_7 + 3,174X_8 + \\
 & + 6,295X_9 + 319,596X_{10} + 0,0003851 X_1^2 - 0,00397X_1X_2 - 0,02627 X_1X_3 + \\
 & + 0,179 X_1X_8 - 0,001361 X_1X_9 - 0,02462 X_{10}X_1 - 0,0481 X_2^2 + 0,418 X_2X_3 - \\
 & - 0,124 X_2X_7 - 2,758 X_2X_8 - 0,0917 X_2X_9 - 1,819 X_2X_{10} - 0,0234 X_3^2 - 0,015 \times \\
 & \times X_3X_9 - 0,445 X_3X_8 + 0,167 X_3X_9 + 3,04 X_3X_{10} - 0,0423 X_7^2 - 0,401 X_7X_8 + \\
 & + 0,0597 X_7X_9;
 \end{aligned} \tag{2}$$

для разбухания

$$\begin{aligned}
 Y_2 = & 737,82 - 5,43X_3 - 16,09X_4 - 6,45X_7 + 18,49X_8 - 4,57X_9 + 0,00706 X_3^2 + \\
 & + 0,0249 X_3X_4 + 0,0281 X_3X_7 + 0,1766 X_3X_8 - 0,00144 X_3 X_9 - 0,00251 X_4^2 + \\
 & + 0,0734 X_4 X_7 + 0,703 X_4 X_8 - 0,000925 X_4X_9 + 0,01405 X_7^2 - 0,11 X_7X_8 + \\
 & + 0,022X_7X_9 - 1,95 X_8^2 + 0,215X_8X_9 + 0,00569 X_9^2;
 \end{aligned} \tag{3}$$

для ударной вязкости

$$\begin{aligned}
 Y_3 = & -73,34 + 0,075X_1 - 0,0386X_2 + 0,543X_3 + 0,1298X_9 + 4,93X_{10} - \\
 & - 0,0000087 X_1^2 + 0,0000352X_1X_2 - 0,0000182 X_1 X_3 - 0,0001348 X_1X_9 - \\
 & - 0,0025 X_1 X_{10} - 0,000052 X_2^2 + 0,00003545 X_2 X_3 + 0,00105 X_2 X_9 + \\
 & + 0,0193 X_2X_{10} + 0,0014 X_3X_9 - 0,0259 X_3X_{10} - 0,000277 X_9^2 - 0,00047 X_9X_{10} - \\
 & - 0,0803 X_{10}^2;
 \end{aligned} \tag{4}$$

для плотности

$$Y_3 = 26366,53 - 11,19X_1 + 86,84X_2 - 366,16X_3 - 80,54X_9 - 1755,06X_{10} - 0,001 X_1^2 - 0,005X_1X_2 + 0,026 X_1X_3 + 0,041 X_1X_9 + 0,686 X_1X_{10} + 0,135 X_2^2 + 0,046 X_2 X_3 - 0,27 X_2 X_9 - 4,7 X_2X_{10} + 0,372 X_3^2 + 0,952 X_3X_9 + 17,5 X_3X_{10} - 0,003 X_9^2 + 1,436 X_9X_{10} + 20,66 X_{10}^2; \quad (5)$$

для себестоимости

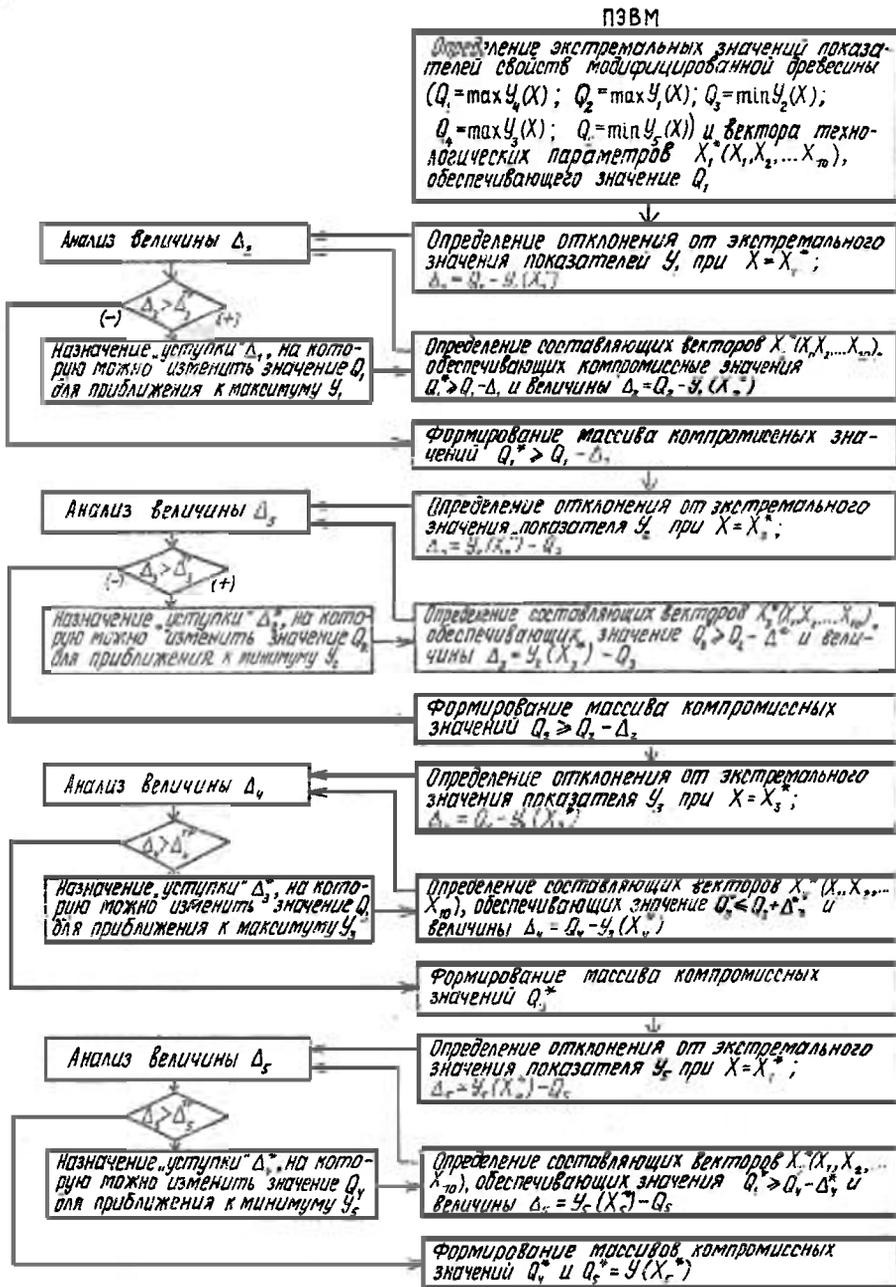
$$Y_3 = - 42903,29 - 0,185X_1 - 144,19 X_2 + 1181,40 X_3 + 910,34 X_4 + 263,14 X_7 + 1113,74 X_8 + 73,79 X_9 - 714,45 X_{10} + 0,0042 X_1^2 - 0,117 X_1X_2 - 0,149 X_1 X_3 + 0,481X_1X_4 - 0,019 X_1X_7 + 0,0278 X_1 X_8 - 0,0384 X_1 X_9 + 0,1636 X_1 X_{10} + 0,0263 X_2^2 + 0,44X_2 X_3 - 9,44X_2 X_4 - 3,15 X_2X_7 + 29,861 X_2X_8 - 0,0477 X_2X_9 + 30,415 X_2X_{10} + 0,442 X_3^2 + 1,79 X_3X_4 - 3,99 X_3X_7 - 45,65 X_3X_8 - 2,2 X_3X_9 - 15,34 X_3X_{10} + 0,36 X_4^2 + 0,0537 X_4X_7 - 30,57 X_4X_8 + 11,81 X_4X_9 - 63,65 X_4X_{10} - 0,0154 X_7^2 - 634 X_7X_8 - 1,87 X_7X_9 + 2,49 X_7X_{10} + 2,884 X_8^2 - 27,56 X_8X_9 + 103,76 X_8X_{10} + 0,00887 X_9^2 + 19,20 X_9X_{10} - 3,39 X_{10}^2. \quad (6)$$

Путем варьирования значений входных факторов в уравнениях (2) – (6) можно получать модифицированную древесину с требуемыми свойствами. Однокритериальная оптимизация уравнений (2) – (6), проведенная на УВМ – компьютере, позволила выявить для каждого из показателей свойств оптимальные значения (максимальные или минимальные), представленные в табл. 2.

Для проведения многокритериальной оптимизации процесса был использован метод последовательных уступок [3]. Выбор этого метода обусловлен его большой универсальностью, ориентированностью на возможности лица, принимающего решение, а также тем, что он позволяет выявлять оптимальные значения входных параметров практически при любой системе предпочтений на множестве критериев.

Блок-схема диалоговой системы, реализующей данный метод для определения оптимальных параметров технологического процесса, представлена на рисунке .

Как следует из рисунка, выбор оптимальных технологических параметров представляет собой итерационную процедуру, в которой задачей лица, принимающего решение, является последовательное назначение «уступок» для каждого показателя и анализ получающихся компромиссных значений.



Блок-схема диалоговой системы оптимизации технологических параметров получения модифицированной древесины

Таблица 3

Оптимальные значения технологических параметров

Код	Параметр	Значение параметра
X_1	Исходная плотность, кг/м ³	650
X_2	Исходная влажность, %	30
X_3	Степень прессования, %	50
X_4	Условный предел прочности, МПа	10
X_5	Температура древесины, К	333
X_6	Угол наклона волокон к радиальному направлению, град	90
X_7	Температура термообработки, К	413
X_8	Продолжительность термообработки, ч	8
X_9	Скорость прессования, мм/мин	22
X_{10}	Порода	Береза

В результате назначения предельных уступок для каждого показателя $Y_1 - Y_5$ в пределах, пропорциональных их весовым коэффициентам, были получены оптимальные значения технологических параметров (табл. 3) и соответствующие им значения показателей свойств (табл. 4).

Методом ранговой корреляции установлены весовые коэффициенты показателей свойств (табл. 4).

Таблица 4

Показатели свойств модифицированной древесины

Код	Показатель	Значение показателя			
		Экстремальное	Компромиссное	Отклонение компромиссного от экстремального, %	Весовой коэффициент
Y_4	Конечная плотность, кг/м ³	1360	1350	2	0,310
Y_1	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	182	163	7	0,234
Y_2	Объемное разбухание, %	25,1	37,2	15,0	0,197
Y_3	Ударная вязкость, кДж/м ²	12,0	11,3	6,0	0,137
Y_5	Себестоимость модифицированной древесины, доллар США/м ³	183	251	28	0,122

Экспериментальная проверка математических моделей и результатов многокритериальной оптимизации подтвердила их достоверность. Разработанные модели и результаты многокритериальной оптимизации позволяют получать модифицированную древесину с заданным набором свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1974. - 283 с. [2]. Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента. - М.: Наука, 1987. - 320 с. [3]. Хухрянский П.Н. Прессование древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1974. - 283 с. [4]. Шаматов В.А. Модификация древесины. - М.: - Лесн. пром-сть, 1991. - 123 с.
-

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*383

С.А. ПАШКИН, Б.А. КОШЕЛЕВ

Пашкин Серафим Алексеевич родился в 1935 г., окончил в 1962 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта леса Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 47 печатных работ по проблемам промышленного транспорта.



Кошелев Борис Анатольевич родился в 1950 г., окончил в 1973 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта леса Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 36 печатных работ по проблемам промышленного транспорта.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ВОДООТВОДНЫХ КАНАВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ**

Рассмотрен пример графического определения ширины и глубины водоотводных канав в зависимости от скорости течения и расхода воды.

An example of graphic determination of the width and depth of water drainage depending on flow speed and water consumption has been considered.

Приток воды к малым искусственным сооружениям при проектировании железных и автомобильных дорог общего пользования рассчитывают по различным методикам. Так, в учебной литературе для студентов железнодорожных специальностей [4] гидравлический расчет

дорожных водоотводных канав осуществляется из гидравлически наиболее выгодных условий их работы. В учебниках же по автомобильным дорогам [1] этот метод отвергается из-за большой глубины, узкого дна канав и высокой скорости протекания воды. Такое утверждение, на наш взгляд, неверно. Существует множество вариантов, которые соответствуют гидравлически наиболее выгодным условиям течения воды в канавах. Это можно проследить на примере.

Требуется определить размеры нагорной водоотводной канавы трапециевидального сечения при расходе воды $Q = 4,2 \text{ м}^3/\text{с}$; заложении откосов $m = 1,5$; коэффициенте шероховатости $n = 0,025$; скорости течения $V = 0,5 \dots 1,5 \text{ м/с}$.

Последовательно находим:

площадь живого сечения

$$\omega = Q / V = 4,2 / 0,5 = 8,4 \text{ м}^2;$$

глубину заполнения канавы

$$h = \sqrt{\omega / \mu},$$

где $\mu = 2 \sqrt{1 + m^2} - m / 2 = 2 \sqrt{1 + 1,5^2} - 1,5 / 2 = 2,85$;

$$h = \sqrt{8,4 / 2,85} = 1,6 \text{ м};$$

ширину канавы по дну

$$b = h (\mu - m) = 1,6 (2,85 - 1,5) = 2 \text{ м};$$

гидравлический радиус

$$R \approx h / 2 = 1,6 / 2 = 0,8 \text{ м};$$

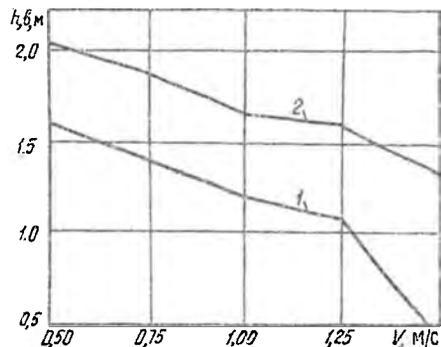
по таблицам для $n = 0,025$, $R = 0,8$ значение коэффициента Шези $c = 26,2$;

уклон дна канавы

$$i = \frac{1000 V^2}{c^2 R} = \frac{1000 \cdot 0,5^2}{26,2^2 \cdot 0,8} = 0,41\%.$$

Из рисунка, построенного по этим данным, видно, как при одном и том же расходе воды в зависимости от допускаемых неразумных скоростей течения можно изменить размеры водоотводной канавы, а в пределах одной скорости – размеры h и b .

График изменения h (кривая 1) и b (кривая 2) при постоянном расходе воды в зависимости от допускаемых неразумных скоростей течения



Учеными гидравликами [2, 3] отмечено существование целой области гидравлически выгодных профилей, имеющих практически одинаковые площади живых сечений, но различающихся размерами по глубине заполнения и ширине по дну. Поэтому всегда можно выбрать сечение, удобное по производственным условиям.

Способов решения рассмотренной задачи несколько. Из них выбирают наиболее эффективный, требующий минимального времени. Один из таких способов – использование неразмывающей скорости течения воды.

В настоящее время ведутся серьезные разговоры и о повышении профессиональной подготовки инженеров. Из рассмотренного примера видно, что многое в программах и методах надо усовершенствовать и уточнить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бобков В.Ф., Андреев О.В. Автомобильные дороги. Ч. 1. - М.: Транспорт, 1979. - 275 с. [2]. Богомолов А.И., Михайлов В.А. Гидравлика. - М.: Стройиздат, 1972. - 310 с. [3]. Примеры расчетов по гидравлике / Под ред. А.Д. Альтшуля. - М.: Стройиздат, 1977. - 97 с. [4]. Фришман М.А., Хохлов И.Н., Тихонов В.Л. Земляное полотно железных дорог. - М.: Транспорт, 1982. - 240 с.

УДК 669.3.14

Э.Э. БЛЮМ



Блюм Эрик Эдуардович родился в 1933 г., окончил в 1956 г. Уральский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии металлов Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 90 научных трудов в области металлургии, технологии термической обработки и литейного производства.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИТ ПИТАТЕЛЕЙ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ*

Разработана и опробована в промышленных условиях технология отливки сит питателей высокого давления из медно-никелевого сплава типа монель-металл. Предложен способ изготовления литейных стержней, исключая деформации при сушке.

The technology of casting high-pressure feeder-sieves made of copper-nickel alloy (monel-metal) has been designed and tested under industrial conditions. The technique of manufacturing the casting rods eliminating deformation due to drying has been offered.

В установках непрерывной варки целлюлозы типа Камюр применяют питатели высокого давления, состоящие из корпуса и ротора. В связи с высокой агрессивностью рабочей среды (горячий черный щелок) корпус питателя снабжен защитной рубашкой из медно-никелевого сплава, в которую вмонтированы фильтрующие донные сита. Обычно их изготавливают из сплошных литых заготовок механической обработкой, что весьма трудоемко, или приобретают за рубежом.

Нами разработана технология отливки сит питателей, которая опробована на ПО «Сегежабумпром».

Выплавку сплава проводили в индукционной печи ИСТ-016 с кислой футеровкой. Химический состав сплава, %: $C \leq 0,6$; $Mn \leq 0,18$; $Si - 3,2 \dots 3,7$; $Ni - 46 \dots 49$; $Cu - 46 \dots 49$, $S < 0,03$; $P < 0,03$. При плавке использовали шихту, состоящую из металлического гранулированного никеля (75 кг) и катодной меди (75 кг) с добавлением до 40 % лома того же состава. Температуру в процессе плавки поддерживали в интервале 1440 ... 1460 °С. После расплавления компонентов для раскисления в печь добавляли 0,15 кг металлического марганца и 7,50 кг ферросилиция марки ФС75. Окончательно раскисляли дегазификатором – сплавом никеля с углеродом (содержание $C - 2,8\%$), в количестве 4,80 кг и после непродолжительной выдержки подавали модификатор – медно-магниевую лигатуру (содержание $Mg - 20\%$), в количестве 7,5 кг. Плавку выпускали в предварительно нагретый ковш, после выдержки в течение 4 ... 5 мин ее выливали в формы.

Основная трудность при изготовлении формы заключается в получении пазов решетки. В связи со значительными размерами пазов и их сложной конфигурацией (уклон на выходе) не представляется возможным использовать единый стержень. Поэтому предложено для получения щелей в решетке применять сборный стержень, состоящий из отдельных стержней, закрепленных в нижней части формы на прямоугольных знаках, а в верхней соединенных друг с другом жеребейками.

*Работа выполнена при участии Н.К. Джемилева (УГЛТА).

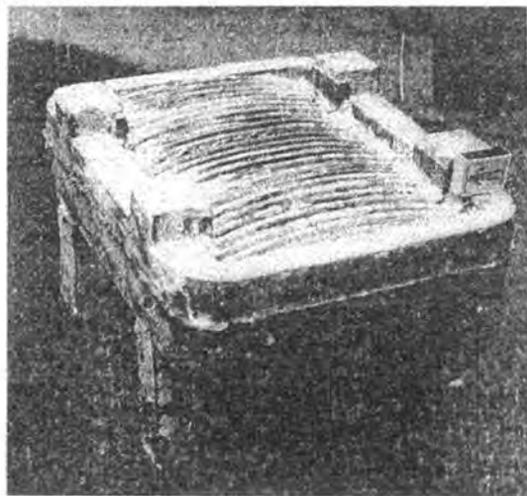
С целью предупредить поворот стержней в процессе заливки их перед сборкой формы устанавливали на металлический поддон и склеивали огнеупорной краской, что предотвращало заливки металла между знаками стержней.

Стержни изготовляли из формовочной смеси с крахмалом, форму – из быстротвердеющей смеси на жидком стекле с последующей продувкой углекислым газом. Чтобы исключить деформацию стержней при сушке разработана принципиально новая технология их изготовления, защищенная патентом РФ № 1822357 (патентообладатель ПО «Сегежабумпром»).

После набивки стержня разъемный стержневой ящик укладывали на боковую поверхность, верхнюю часть ящика снимали и стержень припыляли тальком. Затем на стержень устанавливали деревянную рамку так, чтобы одна часть ее опиралась на стержневой ящик, а другая плотно прилегала к знаковой части стержня. Рамку заполняли быстротвердеющей смесью и отверждали углекислым газом. Потом стержневой ящик переворачивали и операцию повторяли с другой поверхностью стержня. В результате этого стержень оказывался между двумя жесткими формами, предотвращающими деформацию при сушке.

Для уменьшения пригара и улучшения шероховатости поверхности решетки стержня после сушки покрывали противопригарной краской марки КСП-1.

Разработана также оптимальная литниковая система и система прибылей, которые обрезают в отливках с применением плазменной горелки. Для предотвращения усадочной раковины в стенке сит в нижней части формы устанавливали холодильники.



Отливка сита питателя высокого давления

Готовые отливки (см. рисунок) перед окончательной механической обработкой подвергали термообработке для повышения коррозионной стойкости и ликвидации намагниченности. Термообработка состояла в нагреве до температуры 750 °С и последующем охлаждении в воде. После этого твердость снижалась с 300 до 230 НВ, что облегчало механическую обработку.

Сравнение химического состава, структуры и свойств материала опытных и полученных по импорту сит, проведенное на установке «Камека-MS-46», показало, что металл, из которого они изготовлены, идентичен.

Разработанная технология представляет интерес для предприятий ЦБП, так как годовая потребность в ситах питателей только по семи ведущим предприятиям страны составляет 60 – 70 штук.

УДК 658.562.5:630*86

В.Г. РЕЗНИКОВ

Резников Владимир Георгиевич родился в 1945 г., окончил в 1969 г. Уральский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии металлов Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 52 научных труда в области металлостроения и термической обработки.



СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ И ИЗДЕЛИЙ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*

Разработаны технология изготовления тонкостенных шарошек для насечки дефибрерных камней, обеспечивающая высокую износоустойчивость рабочей поверхности, и способ ультразвуковой дефектоскопии обрешеченных валов для ЦБП.

*Работа выполнена при участии Н.К. Джемилева и А.В. Шустова (УГЛТА); Д.П. Ермиловой и В.Б. Михалева (Завод дефибрерных камней); А.А. Панюты и М.И. Апахова (ЦНИИМ).

The technology of manufacturing thin-walled cutters for incision of grinding stones, providing high wear resistance of the effective surface as well as ultra-violet flaw detection (defectoscopy) of rubberized shafts for PPI have been developed.

В статье представлены сводные результаты по решению двух задач, встречающихся на целлюлозно-бумажных комбинатах: изготовление тонкостенных шарошек для насечки и правки дефибрерных камней и определение качества приклеивания резиновой облицовки чугунных валов.

Тонкостенные шарошки для насечки и правки дефибрерных камней

До настоящего времени в древесно-массном производстве отечественных целлюлозно-бумажных комбинатов для правки и насечки дефибрерных камней применяют массивные металлические шарошки из шарикоподшипниковой стали ШХ15. За рубежом для этих целей используют тонкостенные шарошки, имеющие массу в 2 – 5 раз меньше.

Перед кафедрой технологии металлов УГЛТА была поставлена задача создания отечественных тонкостенных шарошек, обеспечивающих высокую износостойкость рабочей поверхности. Традиционная технология упрочнения для тонкостенных шарошек (объемная закалка) не могла быть использована из-за их значительного коробления, которое последующей механической обработкой не устранялось.

Кроме создания технологии упрочнения тонкостенных шарошек, обеспечивающей допустимые ОСТом предельные отклонения размеров с одновременным улучшением их эксплуатационных характеристик и сохранением качества обрабатываемого камня, исследовали возможность изготовления шарошек из менее дефицитных и дорогостоящих марок сталей [4].

Для упрочнения поверхности тонкостенных шарошек применяли различные технологии: объемная закалка на специальной оправке, борирование, цементация, закалка токами высокой частоты (ТВЧ). Упрочненные различными способами шарошки были опробованы на ряде целлюлозно-бумажных комбинатов России. Испытания показали, что основная масса опытных шарошек работала удовлетворительно. Так, шарошки, изготовленные из более пластичных сталей 40Х и 30ХГС (по сравнению с применяемой ШХ15), показали хорошую работоспособность на керамических камнях. Борирование оказалось неэффективно, так как сверхтонкие упрочненные слои, получаемые при этом способе, приводили к пластическому деформированию зуба инструмента, что не позволяло осуществлять качественную насечку камня [1].

Установлено, что для изготовления тонкостенных шарошек целесообразно использовать сталь 40Х. С учетом особенностей работы

шарошек рекомендовано проводить поверхностное упрочнение на глубину 2 ... 3 мм. В связи с этим дальнейшие исследования были связаны с применением закалки ТВЧ. Полученные результаты позволили разработать оригинальный способ поверхностной закалки ТВЧ цилиндрических деталей [2] и опытно-промышленную установку для его реализации.

Следовательно, удалось создать оригинальный способ поверхностного упрочнения тонкостенных шарошек, который может быть применен и в других отраслях промышленности, где предъявляются высокие требования к геометрии тонкостенных цилиндрических деталей и изделий.

Ультразвуковая дефектоскопия обрешиненных валов

Как правило, широко используемые в целлюлозно-бумажной промышленности обрешиненные валы изготавливают из чугуна с резиновой облицовкой толщиной 25 ... 30 мм. Распространенный дефект валов – отслоение резинового покрытия при их изготовлении и в процессе эксплуатации. Для обнаружения дефектов склеивания в обрешиненных валах нами использован ультразвуковой метод. Эксперименты проведены на образцах, полученных с завода-изготовителя.

Контроль дефектов на границе металл-резина связан с рядом трудностей. Доступ к месту контакта возможен только со стороны резинового слоя, но этот материал обладает высоким затуханием, которое в некоторых сортах резины достигает 10 дБ/мм при частоте 2 МГц. Возрастание частоты делает процедуру контроля технически неосуществимой. Другая трудность в обнаружении дефектов заключается в существенном различии акустических импедансов резины и чугуна (более чем в 10 раз). Поэтому коэффициент отражения ультразвука от границы склеивания изменяется незначительно, т. е. применение традиционного эхо-метода невозможно.

Частично свободен от этих недостатков метод, основанный на интеграции энергии плоской ультразвуковой волны, отраженной от двух областей (в одной резина соединена с металлом тонким слоем клея, а в другой – клеевое сцепление отсутствует и между соединяемыми поверхностями существует газовый зазор). Фазы волн, отраженных от этих областей, не совпадают вследствие того, что при отражении звуковой волны от границы сред, первая из которых имеет более высокий, по сравнению со второй, импеданс (случай с дефектом склеивания), фаза отраженного импульса изменяется на длину волны, а при отражении от границы сред, где первая имеет более низкий импеданс (случай отражения и частичного прохождения звука через тонкий слой клея), фаза отраженного импульса не меняется. Таким образом, максимальное уменьшение отраженного импульса достигается в том случае, если энергия отраженных волн от двух областей сравнима, а фазы волн отличаются. Амплитудно-фазовый метод, рассматриваемый нами, имеет преимущество и в том, что он мало чувствителен к изменению общего затухания в различных областях резинового слоя.

Наибольший эффект при обнаружении непрочлея по уменьшению суммарного импульса достигается при условии, что дефект склеивания не сопровождается искривлением поверхности резины. Искривление поверхности или изменение толщины слоя резины приводит к изменению длины пути, пройденному ультразвуковой волной в материале, и, следовательно, фазовых соотношений в суммарной волне. Поэтому изменение профиля резинового слоя может вносить помехи в процессе обнаружения непрочлея [3].

Для исследования образцов с дефектами и непрочлеями разработана специальная акустическая система, состоящая из излучателя ультразвуковых колебаний и двух приемников, подключенных к общему усилителю. Приемники ультразвука имеют возможность перемещаться относительно друг друга, создавая различную акустическую задержку от нуля до длины волны. В эксперименте на модельных образцах получено четкое изменение суммарного импульса отраженной волны при перемещении акустической системы через границы дефектов, достигающие 6 ... 8 дБ по отношению к уровню отраженного импульса от клевого или газового слоев. Знак и форму изменения суммарного импульса можно варьировать с помощью акустической задержки.

В процессе контроля при обнаружении реальных отслоений изменение суммарного импульса на границах дефектов уменьшается в некоторых случаях из-за влияния кривизны слоя. Форма и знак суммарного импульса также изменяются. Однако анализ профиля изменения импульса показывает, что и в этом случае граница дефектной зоны может быть установлена с точностью до 10 мм.

В заключение отметим, что этот метод применим только в том случае, если линейные размеры дефекта превышают размеры акустической системы, составленной из преобразователей на частоту 1,25 МГц. Минимальные размеры обнаруживаемых дефектов составляют 50 мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А.с. № 1420037 СССР, МКИ⁴ С21 Д 1/78. Способ термической обработки тонкостенных изделий / В.Г. Резников, П.В. Серков-Холмский, Н.К. Джемилев, В.Б. Михалев, Д.П. Ермилова (СССР). - № 4198098 / 31-02; Заявлено 23.02.87; Опубл. 30.08.88, Бюл. № 32 // Открытия. Изобретения. - 1988. - № 32. - С. 105. [2]. А.с. № 1650733 СССР, МКИ⁵ С 21Д9/08, 11/00. Способ поверхностной закалки цилиндрических деталей / А.А. Панюта, Н.К. Джемилев, В.Г. Резников (СССР). - № 4274119/02; Заявлено 01.07.87; Опубл. 23.05.91, Бюл. № 19 // Открытия. Изобретения. - 1991. - № 19. - С. 107. [3]. Резников В.Г., Анахов М.И. Ультразвуковая дефектоскопия обрешиненных валов // Матер. междунар. конф. "Дефектоскопия - 89". - Пловдив, 1989. - Т. 2. - С. 377 - 379. [4]. Тонкостенные шарошки для насечки и правки дефибрерных камней / В.Г. Резников, Н.К. Джемилев, А.В. Шустов, Д.П. Ермилова // Бум. пром-сть. - 1988. - № 6. - С. 24.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 630*906 (470.5)

ЛЕСА УРАЛА: 300 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ

История лесного комплекса России в целом и ее лесных регионов изучена недостаточно. На грани двух веков леса нашего Отечества переживают один из самых трудных этапов своей истории. Опустошительные, бессистемные рубки нанесли им большой урон. Не избежал этой участи и Урал.

Осмысление опыта прошлого требует воссоздать подлинную историю промышленного освоения лесов Урала. Здесь важно верно выбрать духовные и нравственные ориентиры. Не подгонять богатую и уникальную многовековую историю освоения уральской тайги под избитые шаблоны и новоиспеченные мифы, а создать правдивое, честное повествование о сложном и трудном процессе накопления человеком опыта рачительного и умелого хозяйствования в лесу. В данной статье рассмотрен лишь один аспект – военно-экономическая роль лесов Урала.

Промышленная разработка лесов региона началась с XVIII в. и была связана с перерастанием развитых крестьянских железоделательных и металлообрабатывающих промыслов в заводскую промышленность. В 30-х гг. начали строить небольшие железоделательные заводы, которые размещали в простых деревянных постройках – амбарах и после исчерпания руды или леса легко переносили на новое место.

Однако особый интерес представляет солеварение, начавшее приобретать в XVIII в. черты мануфактурного производства. Для выпарки рассолов в качестве «варнишных» дров в широких масштабах использовали древесину. Лес шел также на строительство многочисленных судов для транспортировки соли, изготовление деревянных «рассоловых» труб и другие производственные нужды. По подсчетам Н. Шелгунова и Б. Петрова, соляная промышленность Урала потребляла в конце XVIII в. 1,2; в 1860 г. – 2,6; в 1900 – 1910 гг. – 2,5 млн м³ древесины [12].

При активном участии «именитых» людей России Строгановых, выходцев из разбогатевших поморских крестьян-солепромышленников и торговцев, количество соляных варниц в Прикамье к концу XVIII в.

выросло до 200. В Соли-Камской производилось ежегодно до 7 млн пудов знаменитой соли «пермянки», или 70 % всей соли, добываемой в стране [3]. Строгановы ежегодно поставляли государству по 100 тыс. пудов этой химически чистой соли. Верхнекамье – бывшая строгановская вотчина – колыбель русской культуры Урала и Сибири. Здесь шло становление уральской горнозаводской цивилизации. Солеварение дало толчок освоению края, развитию химической промышленности.

Усиленная эксплуатация лесов Урала с начала XVIII в. была связана с бурным развитием металлургии. Она, по меткому замечанию В.И. Ленина, была «главным явлением экономической жизни края, общала ему совершенно особый отпечаток» [7].

Теснейшая, глубокая органическая связь с лесом была характерной особенностью уральской горнозаводской промышленности. С момента возникновения – начала XVIII в. и почти до конца XIX в. металлургия Урала базировалась исключительно на древесном угле. Уральское железо, выплавленное практически на чистом углероде, не имело в своем составе вредных примесей (сера, фосфор и др.) и успешно конкурировало на мировом рынке со шведским металлом, считавшимся лучшим в мире. Д.И. Менделеев называл лес «горючим фундаментом под железным делом Урала» [11].

XVIII в. часто называют «золотым веком» уральской металлургии. Благодаря уникальному сочетанию железорудных, лесных и водных ресурсов здесь было построено, по образцу старорусских олонечких и тульско-каширских заводов (они, в свою очередь, создавались под влиянием шведской и немецкой металлургии), около 200 горных предприятий. Урал стал ведущим металлургическим центром России. К началу XIX в. в крае производилось 2/3 российского железа (13 млн пудов) и 90 % меди (1,5 млн пудов) [2]. С этими показателями Россия вышла на передовые рубежи выплавки металла в мире, обогнав Англию и Швецию. Именно к этому времени можно отнести ленинские слова о господстве Урала « не только в России, но отчасти и в Европе» [7].

Заводы края поставляли металл во многие европейские страны, Австралию и даже на американский континент. Уральское кровельное железо многие десятилетия защищает от непогоды здание английского парламента и французский собор Нотр-Дам; уральский металл использовали при возведении статуи Свободы в Нью-Йорке и т.д. [2]. Слава уральского металла быстро росла, железа такого качества Европа не знала. До сей поры областные экспедиции ВООПИК находят на Урале кричное железо, которое не истребила ржавчина за 250 лет!

Наша страна отмечает в 1996 г. 300-летие своего флота. Строительство военно-морского флота Петром I и зарождение уральской древесноугольной металлургии полностью совпадают по времени. В декабре 1701 г. на Урале свершилось событие, определившее историческую судьбу края, его лесов, многих поколений людей. Построенные по указу Петра I Каменский и Невьянский заводы дали первую продукцию – мортиры, пушки, «прутовое железо», положив начало развитию крупной уральской древесноугольной металлургии.

С этого времени можно стало говорить о решающем вкладе Урала в победу над врагом в тяжелой 20-летней Северной войне, затем Отечественной войне 1812 г. и последующих военных операциях России. Только на одном Каменском заводе за первые 4 года его работы было изготовлено для армии и флота более 800 пушек [3]. Невьянский, Верхне-Туринский, Князе-Михайловский, Александровский, Мотовилихинский заводы превратили Урал в главного поставщика артиллерийского вооружения.

После поражения России в Крымской войне на Урале были изготовлены первые стальные пушки. Под руководством известного русского металлурга П.М. Обухова в Златоусте было отлито из «обуховской» литой стали орудие, выдержавшее без разрыва 4 тыс. выстрелов! На Всемирной выставке 1862 г. оно было отмечено золотой медалью [9]. Успешное испытание русских стальных пушек положило конец крупновской монополии.

Крымская война заставила задуматься о защите деревянных судов броней. В 1856 г. замечательный уральский изобретатель, бывший углежог В.С. Пятов на Камском казенном броневом заводе впервые в мире применил наиболее совершенный способ производства брони толщиной 4,5 дюйма (114 мм!). Заменаковки броневых листов под молотами прокаткой на специально сконструированном изобретателем прокатном стане резко сократила продолжительность процесса, в 10 раз снизила расход древесного топлива. Появилась возможность получать качественные плиты таких больших размеров, каких раньше в мире не выпускали [9].

Петру I нужны были и якоря, и лес для кораблей. Уральские исследователи А.Л. Клебанов, Н.М. Лушникова отмечают, что уже в начале XVIII в. в ряде районов обширного края для нужд кораблестроения были выделены как заповедные «корабельные роши» наиболее производительные насаждения сосны и лиственницы [4, 8]. Видимо, они не являлись единственными источниками доставки корабельного леса с Урала в Петербург. Так, родоначальник крупных промышленных магнатов Урала Никита Демидов, радея своему высокому покровителю, а заодно и Отечеству, поставил в 1722 г. на адмиралтейские верфи (к великой радости государя-императора!) дубового леса на 6 кораблей и 5 галер [15]. А ведь с Урала шли еще поставки пеньки, смолы и другой продукции, необходимой для кораблестроения.

По именному указу Петра I долгое время все потребное для строительства кораблей железо поставлялось только с Невьянского завода Демидовых. «А с других никаких заводов железа именным, его величества, указом за негодностью принимать не велено», — говорится в исторических документах [15]. И в том, что к концу Северной войны (1721 г.) российский флот занял господствующее положение на Балтийском море, немалая заслуга демидовского высокосортного металла.

Демидовский металл под маркой «Старый соболь» пользовался мировой славой и не имел аналогов. Выплавлялся он из той же высококачественной руды, все на том же дорогом топливе — «самосушных

жаровых дровах». Недаром талантливый русский металлург П.П. Аносов для производства знаменитой булатной стали использовал тагильское железо, успех выплавки которого заключался «в чистоте исходных материалов».

Булатные клинки Златоустовского завода пользовались неизменным успехом на всемирных выставках. Они разрубали гвозди и кости, не повреждая лезвия, легко перерезали в воздухе тончайший газовый платок. Отполированный конец булата крошил лучшие английские зубила. Известный английский геолог Р. Мурчисон, побывавший с рядом ученых на Златоустовском заводе в 1840 г., отмечал: «Довольно сомнительно, найдется ли хотя одна фабрика в целом мире, которая выдержала бы состязание с Златоустовской в выделке оружия ...» [9]. Отменным Златоустовским холодным украшенным оружием снабжалась вся российская армия, получая ежегодно около 40 тыс. клинков [9]. При сгибании они издавали чистый и высокий звон.

На Урале, по свидетельству адмирала П.С. Нахимова, изготавливали самые надежные в мире морские якоря. На Воткинском заводе их делали из лучшего железа, с повторной пробой на излом. На изготовление одного якоря уходило до 200 сут. В среднем воткинцы ежегодно поставляли 188 якорей на протяжении почти 100 лет [14]. Морские якоря делали также на Тагильском, Кувшинском, Туринском, Верх-Исетском заводах. Леса Урала сослужили отечественному флоту большую службу.

Великий русский ученый Д.И. Менделеев, который в 1899 г. в составе правительственной комиссии обследовал Урал, писал: «Никто не станет отрицать, что весь северо-восток Европейской России создан уральской горной промышленностью, основанной на уральских лесах» [11].

Огромная потребность горнозаводского дела в лесе (в XVIII в. ежегодно до 10 млн м³), интенсивные рубки, дошедшие в начале XX столетия уже до 20 ... 22 млн м³, вызывали практический интерес к нему, необходимость его восстановления и разведения. Урал явился родиной отечественного лесоустройства [10, 13].

Лесной комплекс края сыграл видную роль в годы Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. Фашистская оккупация западных лесопромышленных районов СССР, эвакуация на восток страны сотен предприятий оборонного значения с миллионами рабочих и служащих вынуждали седой Урал вновь, как и в годы первой мировой и гражданской войн, брать на свои плечи ответственность за обеспечение страны древесиной. Выгодное географическое положение и лесные богатства превращали Уральский экономический район в ведущую базу по снабжению промышленности, армии и освобождаемых территорий не только различными видами оборонной продукции, но и технологическим древесным топливом и лесоматериалами.

Уральский регион (в основном Свердловская и Пермская области) стабильно удерживал лидирующие позиции в стране по вывозке древесины, выработке пиломатериалов, спецупаковки и спецсортимен-

тов, выпуску авиафанеры, аэросаней, производству целлюлозы, нитропорохов, бумаги, крафт-мешков, важнейших видов лесохимической продукции. В период войны на Урале осуществлялась подготовка инженеров по всем лесным специальностям. Несмотря на мобилизацию в армию значительной части рабочей силы, лошадей, техники, недостаток топлива, запчастей, отчаянное положение с жильем и питанием, объем валовой лесопромышленной продукции региона в военное время не снизился, а даже несколько вырос, составив почти треть валового отраслевого показателя страны [1]. Лесной комплекс Урала, наряду с Сибирью и Севером, являлся базой для лесной отрасли в обеспечении фронта и тыла сложными видами оборонной продукции, лесоматериалами и топливом [5, 6]. И сегодня он занимает достойное место в развитии экономики России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Антуфьев А.А. Уральская промышленность накануне и в годы Великой Отечественной войны. - Екатеринбург: УрО РАН, 1992. - 337 с. [2]. Индустриальное наследие Урала (в фотографиях). - Екатеринбург: УрО РАН, 1993. - 160 с. [3]. История Урала с древнейших времен до 1861 года. - М.: Наука, 1989. - Т. 1. - 608 с. [4]. Клебанов А.Л. Лесоводственные особенности лиственницы Сукачева в условиях Удмуртской АССР: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Свердловск, 1969. - 21 с. [5]. Кузнецов А.Ф. К истории формирования лесного комплекса на Урале (1917-1987) // Октябрь на Урале: история и современность. Индустриальное развитие Урала и борьба за ускорение НТП (Информ. материалы). - Свердловск: УрО АН СССР, 1988. - С. 138.-141. [6]. Кузнецов А.Ф. Химико-лесной комплекс Урала в условиях войны (1941-1945 гг.) // Урал в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.: Тез. докл. - Екатеринбург, 1995. - С. 137-141. [7]. Ленин В.И. Полн. собр. соч. - Т. 3. - С. 484-485; Т. 42. - С. 416. [8]. Лушникова Н.М. Лесное законодательство в России и горные заводы Урала (период феодализма) // Вопросы истории Урала. - Екатеринбург: УрГУ, 1969. - Т. 8. - С. 69-82. [9]. Мезенин Н.А. Урал на всемирных выставках. - Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1981. - 160 с. [10]. Мелехов И.С. Очерк развития науки о лесе в России. - М.: АН СССР, 1957. - 207 с. [11]. Менделеев Д.И. Уральская железная промышленность // Соч. - М.; Л., 1949. - Т. 12. - С. 89-1086. [12]. Петров Б.С. Очерки о развитии лесной промышленности Урала. - М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. - 146 с. [13]. Теринов Н.И. Очерк истории сбережения лесов на Урале (XVIII - XIX вв.) // Тр. Ин-та экологии растений и животных. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977. - Вып. 105. - С. 154 - 165. [14]. Уральский рабочий. - 1944. - 7 июня. [15]. Шакинко И.М. Невьянская башня. - Свердловск: Сред.-Урал. кн. из-во, 1989. - 304 с.

А.Ф. Кузнецов

УДК 630*902

НИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ КОНОВАЛОВ
(к 100-летию со дня рождения)

Нил Алексеевич Коновалов – доктор биологических наук, профессор, заслуженный лесовод Российской Федерации, крупнейший ученый в области лесоведения и лесоводства. Он внес большой вклад в развитие лесного комплекса страны, являясь бескомпромиссным поборником сбережения лесов, рационального и неистощительного их использования и эффективного воспроизводства.

Нил Алексеевич родился 12 (25) ноября 1895 г. в небольшом городке Осташкове Тверской губернии. Отец был писарем, а мать портнихой. Он рано познал нужду, лишившись отца в 6 лет.

Азы образования Нил Алексеевич получил в начальной школе и в 4-классном Городском училище. Затем он выехал в Петербург, где поступил в 5-й класс реального отделения Приюта принца Ольденбургского, учился наполовину за казенный счет и окончил его в 1912 г. Однако к этому времени окончательный жизненный путь Нила Алексеевича еще не определился. В 1912-1913 гг. он учился в Психоневрологическом институте в Петербурге, а затем, не окончив его, перешел на Статистические курсы. В начале первой мировой войны был призван в санитарные части армии, где принимал участие в боевых действиях. Демобилизовавшись из армии в 1918 г., продолжил учебу на Статистических курсах, однако осенью 1918 г. решил вернуться в род-

ной Осташков. Здесь начал работать инструктором в союзе кооператоров, а затем учительствовал в школе II ступени, оставаясь по совместительству в Союзе кооператоров, где позднее стал заведовать статистико-экономическим отделом. В 1920 г. был переведен на работу заведующим инструкторским отделом Тверского губернского потребительского союза. Имея тягу к природе, Нил Алексеевич одновременно в 1920-1921 гг. обучался на лесном отделении Тверского сельскохозяйственного техникума.

В 1921 г. Н.А. Коновалов поступил в Петроградскую сельскохозяйственную академию. В 1922 г. в связи с ее закрытием он был переведен в Петроградский лесной институт на лесохозяйственное отделение, которое успешно окончил в 1925 г., получив квалификацию ученого лесоведа.

По отзыву акад. В.Н. Сукачева, Нил Алексеевич еще студентом начал под его руководством научную работу по ботанике, в частности геоботанике (фитоценологии), уделяя основное внимание лесной типологии. Это, видимо, и определило дальнейшую его судьбу. По окончании института он стал аспирантом В.Н. Сукачева при кафедре дендрологии и систематики растений. Аспирант Коновалов в 1925-1927 гг. вел учебные занятия со студентами по фитосоциологии (фитоценологии), о чем писал в своих воспоминаниях акад. И.С. Мелехов, учившийся в то время в Ленинградской лесотехнической академии*.

После окончания аспирантуры с 1 января 1929 г. Н.А. Коновалов был назначен ассистентом кафедры энциклопедии лесоводства Ленинградской лесотехнической академии, которой заведовал крупнейший ученый лесовод В.В. Гуман. В том же году Нил Алексеевич получил должность старшего ассистента кафедры геоботаники Ленинградского государственного университета, которой руководил В.Н. Сукачев. В 1930 г., после защиты кандидатской диссертации, Нил Алексеевич был переведен на должность доцента этой кафедры и стал читать курс лесоведения на биологическом факультете и географии растений – на географическом. В период работы в Ленинградском университете он совместно с Н.И. Вавиловым и В.Л. Комаровым участвовал в организации заповедника «Лес на Ворскле» и в течение четырех лет руководил там лесным сектором.

В 1937 г. Нил Алексеевич был избран заведующим кафедрой дендрологии Киевского лесохозяйственного института и переехал в Киев. Одновременно по совместительству руководил рядом научных тем на Украинской центральной опытной станции по селекции древесных пород, естественному возобновлению лесов и другим вопросам.

В 1940 г. в Ленинградском университете Н.А. Коновалов защитил докторскую диссертацию на тему «Дубравы лесостепи РСФСР» и

* Мелехов И.С. Альма матер: Воспоминания о лесотехнической академии. Ч. I. Студенческие годы. – СПб., 1993. – 99 с.

получил ученую степень доктора биологических наук. В том же году ему присуждено ученое звание профессора дендрологии.

В связи с началом Великой Отечественной войны в 1941 г. Киевский лесохозяйственный факультет был законсервирован. Нил Алексеевич принял кафедру дендрологии в Воронежском лесохозяйственном институте, где проработал до подхода немцев к городу. Затем он вместе с институтом эвакуировался в пос. Лубяны Татарской АССР, где продолжал работать заведующим кафедрой дендрологии. В июне 1943 г. Н.А. Коновалов был переведен на должность заместителя директора по учебной и научной работе Брянского лесохозяйственного института, эвакуированного к этому времени в г. Советск Кировской области. Здесь же он одновременно заведовал и кафедрой дендрологии.

После освобождения Киева Н.А. Коновалов был отозван на работу в Киевский лесохозяйственный институт, где заведовал кафедрой дендрологии. Много сил и времени он отдавал озеленению Киева, нарушенному военными действиями. Благодаря усилиям Нила Алексеевича зеленый наряд Киева обогатился рядом новых ценных древесных пород, которые ранее в озеленении не применялись.

С 1 января 1946 г. начался уральский период жизни Нила Алексеевича, наиболее продолжительный и плодотворный. В Уральском государственном университете (Свердловск) он возглавил кафедру ботаники. Здесь он читал геоботанику, географию растений, лесоведение. Практически одновременно, с февраля 1946 г., Н.А. Коновалов начал работать по совместительству в Уральском лесотехническом институте заведующим кафедрой лесоводства и лесных культур. В УЛТИ он читал лесоведение, генетику и селекцию древесных пород. В 1949 г. кафедра разделилась на две: лесоводства и лесных культур; Нил Алексеевич стал заведующим кафедрой лесоводства.

Велика заслуга Н.А. Коновалова в подготовке многих сотен специалистов лесного хозяйства, которые работают по всей территории Российской Федерации и в странах СНГ. Через аспирантуру им подготовлено более 60 кандидатов наук по лесоведению и лесоводству, лесным культурам и мелиорации, озеленению городов, селекции древесных пород. Часть из них позже стали докторами наук (Н.А. Луганский, А.К. Махнев, А.С. Чиндяев, В.С. Николаевский, П.П. Попов).

Научные интересы ученого были многосторонними и определялись сложностью изучаемых объектов – лесных сообществ и древесной растительности, а также разнообразием выполняемых ими функций в природе и жизни общества.

Период учебы в институте и начало научной деятельности Нила Алексеевича совпали с интенсивным изучением лесных ресурсов таежных территорий страны. К этому времени относится широкое использование теоретических позиций Г.Ф. Морозова, согласно которым для характеристики природной неоднородности лесных ландшафтов выделяются их участки – типы леса (или типы насаждений), однородные по экологическим, биологическим и лесохозяйственным признакам и свойствам. Эти позиции, принятые за основу познания природы лесов, по-

лучили дальнейшее теоретическое развитие и возможности внедрения в практику ведения лесного хозяйства во многом благодаря заслугам В.Н. Сукачева, который в тот период был непосредственным научным руководителем Н.А. Коновалова и оказал безусловное влияние на формирование его научного мировоззрения. Сложившиеся при этом представления о типах леса как типах лесных растительных сообществ (фитоценозов) явились основой познания многообразия лесов, происходящих в них процессов и выполняемых ими функций.

Интерес к типологическим исследованиям сохранился у Н.А. Коновалова на протяжении всей научной деятельности. Но особенно активно он изучал типы леса в первые 25 лет исследовательской работы. Об этом свидетельствуют публикации по итогам изучения лесных массивов центральных районов европейской части страны, темы его кандидатской и докторской диссертаций, а также последующие работы на территории Урала. В уральский период, помимо публикации результатов собственно лесотипологических исследований, Нил Алексеевич большое внимание уделял теоретическим обобщениям и общим итогам изучения типов леса в регионах Урала. Всего по вопросам лесной типологии у Н.А. Коновалова вышло из печати около 30 работ.

Нил Алексеевич изучал также вопросы рационального ведения хозяйства в лесах. Об этом свидетельствуют его контакты с лесоустойчивыми экспедициями, работниками лесного хозяйства Урала, темы курсовых, дипломных и диссертационных работ, выполняемых под его руководством.

С годами круг научных интересов Н.А. Коновалова расширялся. Так, в 50-х гг. он начал заниматься вопросами лесосеменного дела, что нашло отражение более чем в 20 публикациях. Значительно число работ по лесным культурам, естественному лесовозобновлению под пологом древостоев и на вырубках. Более полутора десятков печатных работ отражают особенности роста и развития деревьев и подроста в различных экологических условиях. Интересны результаты изучения некоторых видов рубок, а также взаимоотношения древесных пород в лесных сообществах.

Большое внимание уделял ученый работам по селекции и интродукции древесных пород. В последнее десятилетие научной деятельности Н.А. Коновалова видное место среди курируемых им лесоводственных исследований заняли вопросы смолопродуктивности и подсоски в лесах Урала.

Особый интерес Н.А. Коновалов проявлял к изучению древесных и кустарниковых растений, потенциально пригодных для озеленения городов Урала. Одной из перспективных древесных пород был признан тополь. Многие исследования посвящены выведению тополевых гибридов, возможностям их размножения и результатам использования в озеленении. Гибридные тополя украшают улицы многих городов Урала, в том числе и Екатеринбурга.

Большого внимания заслуживает работа Н.А. Коновалова по созданию учебных пособий для студентов. Начало этому было положе-

но еще в 1932 г. в Ленинграде. На кафедре лесоводства УЛТИ совместно со своими учениками и соратниками Нилом Алексеевичем написана серия выпусков учебных пособий по различным аспектам лесоводства. Эти традиции сохранились на кафедре и до настоящего времени, свидетельством чего являются выпущенные из печати в последние годы крайне необходимые учебные пособия по лесоведению и лесоводству. Н.А. Коновалов не обошел вниманием и вопросы дальнейшего развития лесохозяйственного образования на Урале, усиления позиций лесной науки.

Перу Н.А. Коновалова принадлежит 171 публикация. Даже беглое ознакомление с основными из них позволяет представить широту научных интересов ученого. Возможности осуществления разносторонних научных планов во многом определялись его способностью увлечь своими идеями многочисленных учеников и последователей, помочь в выполнении программы исследований. Именно это послужило залогом столь большой результативности его деятельности и позволяет надеяться на потенциальное развитие на Урале начатых им направлений исследований еще на длительный период.

Кроме педагогической и научной, Нил Алексеевич выполнял большую общественную работу. Много раз его избирали депутатом Советов различных уровней, членом президиума Свердловского обкома профсоюза работников высшей школы и научных учреждений, он состоял членом советов по защите диссертаций в УЛТИ и Институте биологии Уральского филиала АН СССР, а затем Института экологии растений и животных УО АН СССР. В разное время был членом Головного совета по лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и лесному хозяйству Минвуза РСФСР, членом совета Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ.

За многолетний плодотворный труд по подготовке кадров для лесного комплекса, в области науки, а также за общественную работу Н.А. Коновалов награжден орденами «Октябрьской революции», «Трудового Красного Знамени» и тремя медалями.

Умер Нил Алексеевич в 1986 г. в Москве. Урна с его прахом погребена в Екатеринбурге.

В память о выдающихся заслугах Н.А. Коновалова перед УЛТИ решением ученого совета института кафедре лесоводства присвоено его имя.

Р.С. Зубарева
Институт экологии растений и животных УрО РАН
С.В. Залесов, Н.А. Луганский
Уральская государственная лесотехническая академия

УДК 630*902

ХАРИТОН АЛЕКСЕЕВИЧ ПИСАРЬКОВ
(к 100-летию со дня рождения)



В 1996 г. исполнилось бы 100 лет со дня рождения крупного специалиста в области гидротехнических мелиораций сельскохозяйственных и лесных земель, профессора, доктора технических наук Харитона Алексеевича Писарькова (1896 - 1984 гг.).

Х.А. Писарьков родился в деревне Горбово на Смоленщине в семье крестьянина. Окончив школу в 1911 г., он продолжил учебу в Горецком землемерно-агрономическом училище (1911-1917 гг.), а затем на агрономическом факультете (отделение сельскохозяйственных мелиораций) Горецкого сельскохозяйственного института получил высшее сельскохозяйственное образование.

Трудовой путь Харитона Алексеевича начался на кафедре осушения земель и инженерно-мелиоративных изысканий Горецкого сельскохозяйственного института, где он в течение четырех лет работал ассистентом под руководством видных специалистов в области мелиорации А.Д. Дубаха и Р.П. Спарро. С 1929 г. по 1931 г. Х.А. Писарьков работал научным сотрудником I разряда в Ленинградском научно-мелиорационном институте, а затем до 1947 г. – старшим научным сотрудником, заведующим сектором гидромелиорации и заместителем директора по научной части Северного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации. В этот период он выполнил ряд крупных исследований, по результатам которых ему в 1936 г. без защи-

ты диссертации присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук, а в 1940 г. после успешной защиты диссертации – ученая степень доктора технических наук.

С 1945 г. до последних дней жизни трудовая деятельность ученого была связана с лесохозяйственным факультетом Ленинградской лесотехнической академии.

Как крупный специалист-гидротехник, неутомимый исследователь и талантливый педагог Х.А. Писарьков внес неопределимый вклад в науку и подготовку научных и практических работников. Им написано около 100 научных работ, в которых решены многие вопросы теории и практики осушения сельскохозяйственных и лесных земель. Эти работы явились базой для широкого развития гидромелиоративных исследований на лесных землях и помогли создать стройную теорию гидролесомелиорации. Харитон Алексеевич постоянно поддерживал тесную связь с производственными и проектными организациями, проводил экспертизу многих проектов осушения сельскохозяйственных и лесных земель и давал многочисленные консультации.

Под руководством и при консультациях Х.А. Писарькова проведены крупные исследования, им подготовлено 25 кандидатов и несколько докторов наук. Обладая огромной эрудицией, он щедро делился научными идеями со своими учениками, умело направлял их исследования.

Много сил отдал Харитон Алексеевич педагогической и учебно-методической работе, продолжавшейся более 50 лет. Он автор нескольких учебников и учебных пособий, методических указаний по гидротехническим мелиорациям лесных земель, которые используются всеми высшими учебными заведениями страны при подготовке инженеров лесного хозяйства.

Научная школа, созданная профессором Х.А. Писарьковым, оказалась исключительно активной. Его ученики продолжают фундаментальные исследования в области осушения лесных земель, работая в Российской академии наук и ее филиалах, ведут обучение студентов в высших учебных заведениях.

Проводятся работы и на объектах милого Харитону Алексеевичу Лисино, где он начинал первые исследования. Здесь в 1974 г. заложен стационар по комплексному изучению результатов осушения лесных земель, исследования на котором ведутся и в настоящее время.

Б.В. Бабиков, В.П. Косарев
С.-Петербургская лесотехническая академия

УДК 630*902

ПАМЯТИ АКАДЕМИКА И.С. МЕЛЕХОВА

К имени и делам И.С. Мелехова обращаются и будут снова и снова обращаться все, кому дороги судьбы русского леса.

Иван Степанович Мелехов (1905 - 1994 гг.) был крупным ученым лесоведом и лесоводом, доктором сельскохозяйственных наук, профессором, академиком ВАСХНИЛ, а затем Российской академии сельскохозяйственных наук, заслуженным деятелем науки, иностранным членом Шведской Королевской академии лесного и сельского хозяйства, почетным членом Венгерской академии наук, Международного Союза лесных исследовательских организаций (ИЮФРО), лесного общества Финляндии, почетным доктором наук Аграрного университета в словацком г. Брно, профессором Московского государственного университета леса. На VII Мировом конгрессе в Мадриде И.С. Мелехов был избран вице-президентом конгресса и президентом его первой пленарной сессии.

И.С. Мелехов – последний из ученых, осуществлявших преемственность в науке, начиная от выдающегося мыслителя земли русской академика В.И. Вернадского. Современниками В.И. Вернадского, на которых не могли не оказать влияния его идеи, были классик русского лесоводства Г.Ф. Морозов, академик В.Н. Сукачев, профессор М.Е. Ткаченко.

И.С. Мелехов учился у М.Е. Ткаченко и после его смерти возглавил кафедру лесоводства Ленинградской лесотехнической академии, которой до М.Е. Ткаченко заведовал Г.Ф. Морозов. И.С. Мелехов слушал лекции В.Н. Сукачева и, как профессор и заведующий кафедрой, был коллегой В.Н. Сукачева, который руководил другой кафедрой ЛТА.

Говоря о И.С. Мелехове, нужно отметить его доброжелательность и скромность, сочетавшиеся с твердостью и бескомпромиссностью, когда речь шла о принципиальных вопросах. В свое время И.С. Мелехов помог многим, необоснованно репрессированным. Другие, благодаря ему, избежали неоправданных наказаний. Не пошел на сделку с совестью Иван Степанович и тогда, когда издавал учебник М.Е. Ткаченко «Общее лесоводство». Несмотря на противодействие начальства, он добился издания учебника. В результате его изгнали из родной Лесотехнической академии. И все же описывая этот факт в книге «Альма матер», ученый подчеркивает порядочность большинства лю-

дей. Будь все такими, как И.С. Мелехов, были бы невозможны массовые репрессии.

Понимая значение экологических проблем, И.С. Мелехов в течение всей жизни заботился о разумном, рациональном использовании леса. Особенно ярко проявилась эта деятельность ученого на посту заместителя председателя Государственного комитета по лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и лесному хозяйству, где И.С. Мелехов представлял все лесное хозяйство СССР.

Когда вопросы леса стали обсуждаться в Географическом обществе, И.С. Мелехов возглавил эту работу. 18 января 1988 г. он председательствовал за круглым столом «Проблемы лесного хозяйства». Лекционный зал был полон, люди стояли даже в проходах. Выступить всем желающим не удалось. Была выбрана комиссия во главе с И.С. Мелеховым, которая подготовила письмо правительству. В результате лесное хозяйство осталось самостоятельной отраслью и не вошло в состав Минлесбумпрома, что было почти предрешено. Значение этого решения для лесов России ясно всем.

5 апреля 1990 г. состоялось организационное заседание комиссии леса, председателем которой был избран академик И.С. Мелехов.

Под руководством И.С. Мелехова комиссия леса провела большую работу по улучшению состояния и защите лесов, управлению ими в условиях рынка и многим другим вопросам.

Иван Степанович был в курсе работы комиссии до последних дней жизни. 29 ноября 1994 г. он пожелал успеха заседанию комиссии, которое состоялось 30 ноября, а 6 декабря его не стало.

На этом заседании было принято решение назвать комиссию леса именем академика И.С. Мелехова, а также издать сборник, посвященный проблемам леса, в котором опубликовать выступления академика И.С. Мелехова и других ученых.

А.С. Лисеев

Действительный член
Русского географического
общества РАН

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 061.3

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» В ЦЕНТРЕ СИБИРИ

30 мая 1996 г. в Красноярской государственной технологической академии (КГТА) состоялась презентация «Лесного журнала». В читальном зале научно-технической библиотеки с членами редколлегии встретились авторы, научные сотрудники, педагоги академии, а также ученые и сотрудники Института леса СО РАН, Красноярского ВНИИ Помлесхоза, Восточно-Сибирского технологического университета (Улан-Удэ), Красноярского коммерческого института. «Лесной журнал» представляли член редакционной коллегии доктор химических наук, профессор С.М.Репях и ответственный секретарь журнала Р.В.Белякова.

Присутствующие ознакомились с подготовленной сотрудниками библиотеки выставкой «По страницам «Лесного журнала»», с публикациями статей сотрудников КГТА со дня основания журнала до настоящего времени. В разные годы активными авторами были В.Г. Шнейдер, Г.И. Шелопаев, В.С. Петровский, Э.Н. Фалалеев, Э.Д. Левин, В.С. Петров, А.В. Бывшев, В.Н. Худоногов, В.Ф. Полетайкин, С.М. Репях, В.В. Огурцов и др. Особый интерес у присутствующих вызвал раздел «Из истории журнала», где экспонировались издания середины XIX в. (Императорское вольное экономическое общество) и начала XX в. (Лесное общество, г. Петроград).

С анализом публикаций по тематике «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья» выступил доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» КГТА В.С. Петров. Он сказал, что данная тема особенно актуальна для России, которая, являясь великой лесной державой, использует заготовленную древесину только на 50%. В лесном комплексе сформировался значительный научно-технический потенциал, для мобилизации которого и координации действий ученых и создана программа. Несмотря на некоторое уменьшение объема журнала, количество статей по данной теме не уменьшилось.

О глубокой заинтересованности различных категорий читателей в регулярном выходе номеров журнала говорила в своем выступлении зам. директора НТБ КГТА В.В. Хлебова. Она отметила большую популярность журнала среди ученых, преподавателей, аспирантов и студентов академии, которую он приобрел благодаря широкой тема-

тике публикуемых статей. Недостаточность литературы научного характера, прослеживающаяся в последние годы, сделала «Лесной журнал» одним из основных научных изданий, рассматривающих проблемы лесного комплекса. В.В. Хлебова рассказала о проводившемся библиотекой в течение ряда лет анализе списков литературы к дипломным работам студентов. Выявлено широкое использование дипломниками периодических изданий, в том числе и «Лесного журнала» (в 86 % проектов). Журнал активно используется студентами при курсовом проектировании. Популяризации издания способствуют книжные выставки и обзоры литературы, проводимые сотрудниками библиотеки, выставки-просмотры, включение статей из журнала в базу данных электронного каталога.

В.В. Хлебова отметила как некоторый недостаток малое число статей (1-2 в год) в разделе «Критика и библиография». Регулярность подобных публикаций обеспечивала бы ученых более оперативной информацией о новых изданиях, вышедших в различных регионах России.

С отзывами, замечаниями и пожеланиями к журналу выступили сотрудники академии доктора наук, профессора С.М. Репях, Р.А. Степень, В.В. Кузьмичев, О.Б. Денисов и др. Они отметили высокую авторитетность издания, публикующего важный научный материал, проблемные статьи, информацию о жизни вузов страны. Одновременно прозвучало сожаление, что публикации отражают проблемы в основном только Европейской России, недостаточно освещаются экономические вопросы, проблемы охраны окружающей среды, зарубежный опыт.

Ответственный секретарь журнала Р.В. Белякова рассказала о задачах, стоящих перед изданием, осветила основные проблемы «Лесного журнала» и пути их решения. Главная трудность, которую испытывает редакция, - отсутствие финансирования. Р.В. Белякова обратилась к представителям всех организаций, принявших участие в презентации, с просьбой об оказании финансовой поддержки журналу.

На презентации было решено профинансировать издание специального номера, посвященного КГТА, а также опубликовать серию статей по инновационной научно-технической программе «Переработка растительного сырья и утилизация отходов».

В.В. Хлебова, С.И. Ованесова

Красноярская государственная
технологическая академия

Архангельский государственный технический университет
планирует к изданию в первом полугодии 1997 г комплексное учебное пособие
«Строительство автомобильных дорог. Часть I. Земляное полотно»

Учебное пособие включает:

1. Строительство автомобильных дорог. Часть I. Земляное полотно. Обычное учебное пособие на бумажной основе, а также, как вариант, на дискетах.

2. Строительство автомобильных дорог. Часть I. Земляное полотно. Компьютеризированное учебное пособие.

В составе:

а) текстовая часть компьютеризированного учебного пособия на бумажной основе. Может быть представлена и на дискетах;

б) компьютерная часть компьютеризированного учебного пособия на дискетах (справочные материалы, рисунки, таблицы, вспомогательные зависимости).

3. Земляное полотно автомобильных дорог (типовые поперечные профили). На бумажной основе.

4. Дефекты, повреждения и разрушения земляного полотна автомобильных дорог. На бумажной основе и на дискетах.

5. Формулы для расчета производительности машин, механизмов и производственных предприятий на строительстве автомобильных дорог. На бумажной основе.

6. Листы основного содержания «Земляное полотно автомобильных дорог». На бумажной основе.

7. Основные логические связи по технологии и организации работ по устройству земляного полотна. С вопросами самопроверки и контрольными вопросами. На бумажной основе и на дискетах.

8. Земляное полотно автомобильных дорог. Краткий справочник. На бумажной основе и на дискетах.

Комплексное учебное пособие
Строительство автомобильных дорог
Часть I
Земляное полотно

Земляное полотно
автомобильных дорог
общего пользования

Дефекты,
повреждения и разрушения
земляного полотна
автомобильных дорог

Формулы
для расчета производительности машин,
механизмов и производственных предприятий
на строительстве автомобильных дорог

Строительство автомобильных дорог
Часть I
Земляное полотно
Краткий справочник

Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по автотракторному и дорожному образованию присвоило учебному пособию гриф «Рекомендуется УМО вузов РФ по автотракторному и дорожному образованию для межвузовского использования».

По желанию заказчиков учебное пособие может быть полностью или частично переведено на английский язык.

Цена книг: 1, 2, 7, 8 – 20 ... 30 тыс. р.
3, 4, 5, 6 – 10 ... 15 тыс. р.

На дискетах цена увеличивается в 2 раза

Ваши запросы и предложения направляйте по адресу: 163007, Архангельск, 7, наб. Северной Двины, 17, АГТУ, кафедра автомобильных дорог, проф. Т.А. Гурьеву. Телефон (818 2) 44 92 10. Факс (818 2) 44 11 46.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Статьи, представляемые в журнал, следует оформлять в соответствии с ОСТ 29.115-88 «Оригиналы авторские и текстовые издательские. Общие технические требования». Объем статьи должен составлять 6-7 страниц машинописного текста, статьи библиографического характера - 3 страницы. Над названием статьи проставляется индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) на русском и английском языках и место работы. Рукописи направляются в редакцию в двух экземплярах, печатаются через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной 30 мм. Все страницы рукописи нумеруются. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные - двумя черточками сверху.

Для отличия от буквы О ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы обводятся красным карандашом, латинские - синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи в первый раз, пишутся полностью (в скобках указывается сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Имена иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы - на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор,

название работы, номер тома, год издания, страницы).

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1 - 84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления» и должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы, и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в список литературы. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Иллюстрации представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для сканирования (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью на ватмане, теги на рисунках - при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка указывается его порядковый номер и фамилия автора. Подписи к рисункам прилагаются на отдельном листе.

Рукопись должна быть подписана автором, должны быть написаны дата ее отправки, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Для ускорения публикации статей текст необходимо представлять на дискете (3,5 или 5,25 дюйма).

Для компьютерной верстки журнала используется IBM PC совместимые компьютеры и программы, работающие в среде Windows. Для компьютерного набора статей предпочтительно применение текстовых процессоров Word for Windows, а также Word Perfect, работающих в операционной среде MS-DOS.

Для рисунков и фотографий представляются графические файлы в формах BMP, PCX, TIF (разрешение 600 dpi).

К статье должны быть приложены краткий реферат, аннотация, рекомендация кафедры, экспертное заключение, две фотографии (6x7 см) и биографии авторов (фамилия, имя, отчество, год рождения и окончания вуза (какого), ученая степень, звание, должность и место работы, число печатных работ, область научных исследований).

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Оттиски статей авторам не высылаются. Отдельные экземпляры журнала могут быть высланы наложенным платежом по заявкам.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ !

В 1997 г. планируются специальные выпуски «Лесного журнала», посвященные результатам научно-исследовательских работ, выполненных по тематикам Государственных научно-технических программ Российской Федерации «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья» и «Российский лес».

В них предполагается опубликовать обзорные статьи, а также статьи по материалам отдельных исследований.

Статьи по данным программам просим направлять в редакцию по адресу: 163007, г. Архангельск, 7, наб. Северной Двины, 17, АГТУ, редакция «Лесного журнала».

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ!

Начиная с 1996 г., в целях ускорения публикации статей текст необходимо представлять на дискете 3,5 или 5,25 дюйма (в дополнение к машинописному оригиналу).

Для компьютерной верстки журнала используются IBM PC совместимые компьютеры и программы, работающие в среде Windows. Для компьютерного набора статей предпочтительно применение текстовых процессоров Word for Windows, а также Word Perfect, работающих в операционной среде MS-DOS.

Для рисунков и фотографий представляются графические файлы в форматах BMP, PCX, TIF (разрешение 600 dpi).

И-332

ISSN 0536 - 1036

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

4-5

**МАТЕРИАЛЫ, ПОСВЯЩЕННЫЕ 65-ЛЕТИЮ
УРАЛЬСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ**

**THE MATERIALS DEDICATED
TO THE 65 TH ANNIVERSARY OF THE URALS STATE
FORESTRY & ENGINEERING ACADEMY**



1996

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ