

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Основан в 1833 г.
Издается в серии ИВУЗ с 1958 г.
Выходит 6 раз в год

6

2005

ИЗДАТЕЛЬ – АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Главный редактор – проф. **О.М. Соколов**
Заместители главного редактора:
проф. **Е.С. Романов**, проф. **С.И. Морозов**

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

проф. **Е.Д. Гельфанд**, проф. **И.И. Гусев**, проф. **Р.Е. Калитеевский**, акад. РАСХН **Н.И. Кожухов**, проф. **А.А. Камусин**, проф. **В.И. Комаров**, проф. **В.С. Куров**, проф. **Н.В. Лившиц**, проф. **В.И. Мелехов**, проф. **М.Д. Мерзленко**, проф. **Е.Г. Мозолевская**, **В.В. Мусинский**, доц. **О. А. Неволин**, проф. **А.Н. Обливин**, проф. **В.И. Онегин**, проф. **Г.С. Ошепков**, проф. **А.В. Питухин**, проф. **С.М. Репях**, проф. **В.П. Рябчук**, проф. **Э.Н. Сабуров**, проф. **Е.Н. Самошкин**, проф. **В.Г. Санаев**, проф. **В.И. Санев**, проф. **В.А. Суслов**, проф. **Ф.Х. Хакимова**, проф. **В.Я. Харитонов**, проф. **Г.А. Чибисов**, проф. **Х.-Д. Энгельманн**

Ответственный секретарь – заслуженный работник культуры РФ **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 и студентов.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6

Редакторы **Н.П. Бойкова**, **Л.С. Окулова**
Перевод **Н.Т. Подражанской**
Компьютерный набор **О.В. Деревцовой**, верстка **Е.Б. Красновой**

Сдан в набор 12.01.2006. Подписан в печать 20.02.2006. Заказ № 36
Форм. бум. 70×108 1/16. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 15,8. Усл. кр.-отт. 15,8.
Уч.-изд. л. 19,76. Тираж 1000 экз.
Архангельский государственный технический университет

Адрес редакции: 163002, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 17, тел./факс: (818-2) 27 37 18,
e-mail: forest@agtu.ru http://lesnoizhurnal.agtu.ru

Издательство Архангельского государственного технического университета
163002, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 17



СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

| | |
|---|----|
| <i>О.А. Неволин, А.Н. Грицынин, С.В. Торхов.</i> О распаде и гибели высоковозрастных ельников в Березниковском лесхозе Архангельской области | 7 |
| <i>В.В. Царалунга.</i> Трагедия российских дубрав | 23 |
| <i>С.М. Синькевич.</i> Оценка эффективности сохранения подроста на сплошных вырубках..... | 30 |
| <i>П.Н. Алентьев.</i> Проблемы повышения эффективности лесных культур на вырубках, зарастающих листовыми породами..... | 36 |
| <i>Л.И. Майоров.</i> Практическая значимость размещения корней сосны и ели в культурах..... | 43 |

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

| | |
|--|----|
| <i>А.А. Митрофанов.</i> О точности расчета инерционных характеристик плотов разным методикам..... | 48 |
| <i>С.И. Морозов.</i> Решение задач на сжатие и удар двух упругопластичных тел... | 56 |
| <i>В.Д. Валяжонков, Д.Г. Мясищев.</i> Особенности малой механизации лесозаготовок за рубежом | 63 |
| <i>Л.В. Коротяев.</i> К расчетам на прочность средств трелевки и вывозки..... | 69 |

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

| | |
|---|----|
| <i>С.П. Исаев.</i> Аналитическое решение задачи базирования круглых лесоматериалов перед обработкой..... | 74 |
| <i>И.И. Иванкин.</i> Принципы создания гибких автоматизированных лесопильных линий..... | 79 |
| <i>В.А. Шамаев.</i> Проблемы изготовления модифицированной древесины..... | 88 |
| <i>Ю.А. Варфоломеев, Н.А. Елфимова.</i> Влияние деревянного шпилья на напряженное состояние купола колокольни Соловецкого кремля..... | 92 |

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

| | |
|--|-----|
| <i>С.С. Глазков, Е.В. Снычева, В.С. Мурзин.</i> Стабилизация показателей карбамидоформальдегидных смол спиртами..... | 100 |
| <i>Е.Н. Покровская, И.В. Котенева.</i> Изучение кинетики силилирования целлюлозы и древесины..... | 105 |
| <i>В.К. Дубовый, Я.В. Казаков.</i> Деформационные свойства бумагоподобных материалов на основе минеральных волокон различного происхождения... | 110 |

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

| | |
|---|-----|
| <i>М.Д. Каргополов, В.Н. Мякишин.</i> Использование метода структурных сдвигов для оценки сбалансированности и эффективности ЛПК..... | 119 |
| <i>Ю.А. Варфоломеев, А.Ш. Давитиашвили, И.В. Пьянков.</i> Анализ деятельности лесозаготовительного предприятия в зоне усыхания лесов Архангельской области..... | 128 |

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- В.И. Комаров, В. И. Белоглазов.* Взаимосвязь критической длины волокна в структуре и анизотропии свойств крафт-лайнера..... 133

ИСТОРИЯ НАУКИ

- В.А. Сметанин.* Профессор А.Р. Гибшман – ученый и педагог..... 136
- Коллектив Института леса Карельского НЦ РАН.* Николай Иванович Казимиров..... 138
- Кафедра теории механизмов, деталей и машин и подъемно-транспортных устройств СПб ГЛТА.* Михаил Савельевич Мовнин (к 100-летию со дня рождения) 139

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Б.Н. Уголев.* Международные симпозиумы (форумы) по древесиноведению... 141
- Б.Н. Уголев.* Очередная сессия РКСД в Москве..... 143

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- О.А. Неволин.* Необходимая и полезная книга..... 146
- Указатель статей, помещенных в «Лесном журнале» в 2005 г. 147
-



CONTENTS

FORESTRY

- O.A. Nevolin, A.N. Gritsynin, S.V. Torkhov.* On Decay and Downfall of Over-mature Spruce Forests in Beresnik Forestry Unit of Arkhangelsk Region..... 7
- V.V. Tsaralunga.* Tragedy of Russian Oak Forests..... 23
- S.M. Sinkevich.* Efficiency Evaluation of Undergrowth Conservation on Clear Cut Areas..... 30
- P.N. Alentjev.* Problems of Increasing Efficiency of Forest Cultures on Cleared Space Overgrown by Deciduous Species..... 36
- L.I. Majorov.* Practical Relevance of Allocation of Pine and Spruce Roots in Cultures..... 43

WOODEXPLOITATION

- A.A. Mitrofanov.* On Calculation Accuracy of Raft Inertial Characteristics Based on Different Methods..... 48
- S.I. Morozov.* Solving Tasks in Compression and Impact of Two Elasto-plastic Bodies..... 56
- V.D. Valyazhonkov, D.G. Myasishchev.* Peculiarities of Small Mechanization of Forest Harvesting Abroad..... 63
- L.V. Korotyayev.* To Strength Analysis of Skidding and Hauling Facilities..... 69

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE

- S.P. Isaev.* Analytical Solution of Task on Roundwood Stationing before Processing..... 74
- I.I. Ivankin.* Principles of Creating Flexible Automated Saw Lines..... 79
- V.A. Shamaev.* Problems of Producing Modified Timber..... 88
- Yu.A. Varfolomeev, N.A. Elfimova.* Influence of Wooden Spire on Stress Condition of Belltower Dome in Solovetsky Kremlin..... 92

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

- S.S. Glaskov, E.V. Snycheva, V.S. Mursin.* Indices Stabilization of Carbamide-formaldehyde Resins by Spirits..... 100
- E.N. Pokrovskaya, I.V. Koteneva.* Study of Pulp and Wood Silylation Kinetics. 105
- V.K. Dubovoj, Ya.V. Kazakov.* Deformational Properties of Paper-like Materials based on Mineral Fibers of Different Origin..... 110

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- M.D. Kargopolov, V.N. Myakshin.* Use of Structural Shifts Method for Assessment of Balance and Efficiency of Forest-industrial Complex..... 119
- Yu.A. Varfolomeev, A. Sh. Davitiashvily, I. V. Pjankov.* Analysis of Forest-harvesting Companies Activity in Zone of Drying Forests of Arkhangelsk Region..... 128

SUMMARIES AND EXCHANGE OF TEACHING

- V.I. Komarov, V.I. Beloglazov.* Interrelation of Critical Fiber Length in Structure and Anisotropy of Kraft-liner Characteristics..... 133

HISTORY OF SCIENCE

- V.A. Smetanin.* Professor A.R. Gibshman – Scientist and Teacher..... 136
Staff of Forest Research Institute, Karelian Research Centre of RAS. Nikolaj I. Kazimirov..... 138
Department of Theory of Mechanisms, Machinery and Handling Devices. Saint-Petersburg State Forest Technical Academy. Mikhail S. Movnin (to 100th birthday)..... 139

SCIENTIFIC AND LEARNED CONFERENCES

- B.N. Ugolev.* International Symposia (Forums) in Wood Science..... 141
B.N. Ugolev. Next Session of RKSD in Moscow..... 143

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

- O.A. Nevolin.* Necessary and Useful Book..... 146
Index of Articles Issued by «Lesnoi Zhurnal» in 2005..... 147
-



УДК 630*5

О. А. Неволин, А.Н. Грицынин, С.В. Торхов

Неволин Олег Алексеевич родился в 1929 г., окончил в 1952 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Архангельского государственного технического университета, заслуженный лесовод России. Имеет более 140 печатных трудов в области изучения высокопродуктивных лесов Севера и организации хозяйства в них, истории лесного хозяйства и лесоустройства.



Грицынин Александр Николаевич родился в 1959 г., окончил в 1986 г. Архангельский лесотехнический институт, директор Березниковского лесхоза Архангельской области.



Торхов Сергей Васильевич родился в 1955 г., окончил в 1978 г. Архангельский лесотехнический институт, главный инженер Архангельской аэрофотолесо-устройственной экспедиции. Имеет более 30 печатных работ в области лесоустройства.



О РАСПАДЕ И ГИБЕЛИ ВЫСОКОВОЗРАСТНЫХ ЕЛЬНИКОВ В БЕРЕЗНИКОВСКОМ ЛЕСХОЗЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В историческом аспекте рассмотрена проблема усыхания одновозрастных ельников в междуречье Северной Двины и Пинеги.

Ключевые слова: одновозрастные ельники, критический возраст, усыхающие древостой.

Усыхание старых лесов в обследуемом районе впервые было отмечено лесоустроителями Вельского удельного округа. Первичное лесоустройство лесных дач Двиноважья проводилось в 1860–1890-х гг., повторное лесоустройство велось до 1912 г. [5, 12, 17]. Лесные специалисты того времени серьезно подходили к возникшей проблеме, выясняли причины этого

природного явления, изыскивали пути и способы его предотвращения, предлагали соответствующие системы ведения лесного хозяйства и рубок главного пользования древесиной.

Видный лесоустроитель удельных лесов Севера М.Д. Успенский на заседании Лесного общества в С.-Петербурге в 1903 г. сделал сообщение на тему «Некоторые данные о росте ели в Верхневаенгской даче Шенкурского уезда Архангельской губернии». Докладчик обратил внимание присутствовавших на крайние трудности решения вопроса о наиболее целесообразном ведении рубок в усыхающих, по неизвестной причине, еловых лесах [13, 14]. Во втором выпуске «Лесного журнала» за 1906 г. опубликована статья М.Д. Успенского «Из северных лесов» (с. 125–148), которая, наряду с печатными трудами П.П. Серебренникова и А.С. Рожкова, серьезно занимавшихся проблемами гибели ельников, вошла в сокровищницу русской науки о лесе, в практику лесоустройства и северного лесного хозяйства.

На факты подсыхания богатых пиловочным лесом ельников в Вельском удельном округе особо указывал П.П. Серебренников – ученый лесовод и лесоустроитель, один из пионеров лесной типологии на Европейском Севере, крупный организатор и руководитель северного лесного хозяйства, старший лесничий Вельского удельного округа с 1902 г. по 1918 г. На XII лесном съезде, проходившем в Архангельске в июле 1912 г., он выступил с докладами: «О хозяйстве в лесах Севера», «О типах насаждений и их значении в северном лесном хозяйстве», «Задачи лесного опытного дела на Севере». Обсуждая вопросы о положении северного лесного хозяйства и лесоэксплуатации, делегаты съезда с большой тревогой говорили о необходимости строгого научного подхода к проведению выборочных рубок и сложившейся системе промышленной заготовки пиловочника, считая ее недопустимой, вызывающей полную гибель насаждений. Наиболее ярко и сильно эти проблемы П.П. Серебренников выразил в «Дополнительных соображениях по вопросам хозяйства в лесах Севера» [10, 15].

О причинах подсыхания старых, почти одновозрастных, ельников мнения лесоводов того времени расходились. Одни считали причиной высокий возраст насаждений, другие – деятельность короедов, третьи – вырубку пиловочника, коренным образом изменявшую условия для оставшихся на корне деревьев: усиление доступа таких могущественных агентов, как свет и воздух (ветер – *О.Н.*).

П.П. Серебренников примыкал к последнему мнению, с той лишь поправкой, что «при расследовании такого сложного явления необходимо учитывать деятельность короедов, действие непосредственной инсоляции, вызывающей омертвление камбия у ели, и имея, однако, в виду, что в годы засухи, в годы значительного понижения как уровня грунтовых вод, так и общего содержания влаги в почве и в воздухе, деятельность короедов может становиться угрожающей целостности и вовсе не тронутых рубкой насаждений» [18]. К наиболее опасным вредителям он относил типографа, гравера и

большого елового лубоеда, к усугубляющим этот вред – полиграфа, халькографа и юдейхового короэда.

В начале XX в. наметилась тенденция к замене выборочных рубок на прииск (подневольно-выборочных) сплошными. Это было связано с возможностью сбыта через Архангельский порт более тонкомерного пиловочника, балансов и других сортиментов благодаря общему подъему цен на лесные материалы на мировом рынке и неблагоприятным воздействием выборочных рубок на оставшиеся на корне насаждения, обусловленным природой северных лесов.

Касаясь вопроса о наиболее целесообразном ведении сплошных рубок на Севере, П.П. Серебренников говорил: «В особенности вызывает опасение введение сплошных рубок в старых еловых высокоствольниках, где весьма вероятны значительные повреждения ветрами при закладке многочисленных зарубов в насаждениях, стоявших многие годы в сомкнутом состоянии. Само собою разумеется, что в связи с введением сплошнолесосечной системы хозяйства должны быть изучены все детали способа закладки лесосек сплошной рубки и изучены меры содействия естественному возобновлению лесосек и способы осуществления на практике этих мер» [18].

Талантливый северный лесоустроитель конца XIX – начала XX столетий А.С. Рожков, работавший старшим лесничим Вельского удельного округа в 1898–1901 гг., опубликовал в первом-втором выпуске «Лесного журнала» за 1911 г. статью «К устройству северных лесов» (с. 159–183). В 1912 г. эта замечательная работа вышла в С.-Петербурге отдельным изданием и до сих пор не утратила своего научного и практического значения [16]. В ней А.С. Рожков подчеркивал вредность для лесного хозяйства последствий выборочных рубок в одновозрастных насаждениях и указал на усиленную фаутиность и гибель целых насаждений после вырубки в них пиловочника на весьма больших площадях в еловых лесах Шенкурского уезда по правой стороне р. Северной Двины (правобережная часть нынешней территории Березниковского лесхоза). В заключении он резюмировал: надо стремиться рубить на лесосеках по возможности все или очень мало. Описывая лесовозобновительные процессы под пологом спелых лесов до и после выборочной рубки на прииск, А.С. Рожков привел интересные данные об еловом и сосновом подросте, собранные при лесоустройстве в 1897 г. Пяндской удельной дачи и показал его бесперспективность для «возобновления насаждений, естественно изреживающихся от старости или искусственно от выборочных рубок» [16].

Проблеме с пиловочными дачами в связи с массовым подсыханием еловых лесов посвятил свою обстоятельную работу к XII лесному съезду Н.А. Кузнецов [6]. Обсудив вопросы лесоустройства по докладам П. П. Серебренникова, А. С. Рожкова и Н. А. Кузнецова, лесной съезд признал желательным немедленный переход от выборочного к сплошнолесосечному хозяйству. При этом особое внимание обращалось на обеспечение лесовозобновления главными породами при полной сохранности от повреждений ос-

тающихся насаждений. Подчеркивалось, что важнейшей задачей государственного лесовладения на Севере, несомненно, является сохранение постоянства и неистощительности пользования лесом [15].

Вот так обстоятельно подходили наши далекие предшественники к решению сложнейших проблем северного лесного хозяйства, одной из которых в настоящее время вновь явилась гибель высоковозрастных ельников на водоразделе р. Северной Двины и Пинеги в Березниковском, Карпогорском, Выйском, Сурском и Верхнетоемском лесхозах Архангельской области.

Итак видим, что проблема эта имеет более чем вековую историю, историю печальную, не делающую чести тем, от кого зависело ее своевременное решение.

Наверное, этого бы не произошло, если бы накопленный в лесном хозяйстве опыт бережно передавался от поколения к поколению северных лесоводов и все лучшее использовалось бы практикой ведения хозяйства. Теперь мы вынуждены пожирать плоды безразличия к опыту научных коллективов, работавших под руководством С.В. Алексева, И.С. Мелехова, В.И. Левина, к разработкам и предложениям лесоустроителей [1–4, 7–9, 11 и др.].

Для организации и правильного ведения лесного хозяйства на Европейском Севере важно умело использовать имеющиеся научные разработки, в том числе и для экстремальных условий (рубки главного пользования – сплошные и несплошные, различные варианты содействия естественному лесовозобновлению, производство лесных культур, охрана леса от пожаров, защита от вредителей и болезней и т. д.). Научные работы велись и ведутся и на территории Березниковского лесхоза [12].

Лесоустроители всегда заботились о рациональном использовании и сохранении лесных богатств, благополучии северного лесного хозяйства. Прерванные в 1914 г. войнами и интервенцией лесоустроительные работы на территории нынешнего Березниковского лесхоза возобновились в 1923 г. и велись до 1929 г.

В 1921 г. здесь был создан «Семеновский лесорайон» (с 1927 г. Средне-Двинский лесозащитный район) треста «Северолес», организованы лесоучастки и развернуты работы по заготовке, вывозке и сплаву древесины. К середине 1923 г. завершено создание трех смешанных акционерных обществ (концессионных компаний) в лесной промышленности Севера: «Руссанглолес», «Русснорвеголес» и «Руссголландлес», которые в 20–30-е гг. XX столетия активно действовали и в лесах Двиноважья, сплавления заготовленные бревна по притокам р. Пинеги, а далее к Архангельску. Сбыт лесных материалов ограничивался запросами внешнего рынка (заграничного), предъявлявшего требования лишь на крупную древесину хвойных пород. Спрос на мелкие сортаменты был незначительным.

В этих условиях лесоустроители 1923–1929 гг. в устраиваемых лесничествах, как правило, образовывали два хозяйства: товарное и нетоварное. Товарное хозяйство ориентировалось на пиловочный лес хвойных пород, в

его состав вошли еловые насаждения по IV класс бонитета включительно, сосновые по V класс бонитета и насаждения с временным господством березы, возникшие на местах ельников после пожаров и вырубок; в нетоварное хозяйство включены все насаждения низших классов бонитета. В товарном хозяйстве установлена выборочная рубка с оборотом 80 лет, в нетоварном – отчасти выборочная с оборотом хозяйства 100 лет и обычно сплошнолесосечная с оборотом рубки 160 лет. Направление сплошнолесосечной рубки с востока на запад, ширина лесосек 100 м. Срок примыкания 4-летний, способ примыкания непосредственный. В насаждениях с господством ели допускались только два заруба в квартале, с господством сосны при необходимости число зарубов разрешалось увеличивать до четырех. В целях содействия естественному возобновлению предусмотрено оставление сосновых семенников по 30 шт. на 1 га как в сосновых насаждениях, так и с преобладанием ели. В выборочном хозяйстве был установлен низший отпусковой размер для сосны 31, для ели 36 см на высоте груди. Рубки должны были проводиться на предварительно отведенных лесосеках только после клеймения назначаемых в рубку деревьев [12]. Вот таким путем лесостроители 20-х годов прошлого столетия предлагали свести к минимуму неминуемый вред от вторжения человека в природу одновозрастных насаждений (особенно высоковозрастных ельников) с выборочными рубками, да и сплошнолесосечными тоже.

Однако лесостроительным планам ведения лесного хозяйства не суждено было сбыться. В 1930 г. разрушена система лесоуправления и лесоустройства, первенство перешло к лесной промышленности, преследовавшей одну цель – дешевле и больше добыть нужной стране древесины.

После 17-летнего беспредела лесопромышленников в 1947 г. стройная строгая система лесоуправления была восстановлена, возрождено лесоустройство. В Березниковский лесхоз (в то время Виноградовский) лесостроители пришли в 1954 г. и снова обратили внимание на удручающую картину массового распада – гибели спелых одновозрастных и перестойных насаждений с преобладанием ели после приисковых выборочных рубок в Клоновском и Конецгорском лесничествах. Следы приисковых рубок той или иной интенсивности 20–30-х и 40-х гг. таксаторы отмечали на всей территории лесхоза. И всюду, независимо от возрастов спелых ельников, наблюдались распад и даже полная гибель некогда высокополнотных продуктивных ельников. Интенсивный же процесс распада еловых насаждений, затронутых выборочной рубкой, происходит после 150–160-летнего возраста, а насаждения, перешагнувшие 200-летний рубеж, как правило, обречены на полную гибель.

На рис. 1 можно видеть распад и гибель ельника-черничника в возрасте 250 лет. Надо полагать, что такая судьба ждет все высоковозрастные ельники этого района, если человек своевременно не заменит их в процессе сплошных рубок молодым поколением.

Тогда же лесостроители выяснили, что это природное явление, прежде всего, связано с естественным биологическим старением одновозрастных насаждений чистых еловых или с преобладанием ели, которые с 170 ... 180 лет начинают самоизреживаться без видимых следов выборочных рубок в прошлом. Не располагая в то время местными таблицами хода роста, лесостроители для определения количественной, технической и естественной спелостей хозяйственно однородных древостоев закладывали пробные площади на ход роста. Было установлено, что естественная спелость в одно-возрастных ельниках наступает за пределами 160-летнего возраста. С этого возрастного рубежа, как правило, слабый текущий прирост не компенсирует естественного отпада по массе древесины, и одновозрастное насаждение переходит в завершающую фазу жизни – распад и фактическую гибель.

Первопричиной распада одно-возрастных ельников, не достигших критического возраста, как правило, являлись выборочные рубки. Главный фактор – ветер (ветровал, бурелом, ослабление жизненной функции деревьев в результате постоянного раскачивания с обрывом массы мелких корней и корешков), затем массовое размножение короедов (типограф – *Ips typographus* L., еловый гравер – *Pityogenes chalcographus* L., большой еловый лубоед – *Dendroctonus micans* Kugel. и др.) и заселение ими ослабленных деревьев, грибные болезни – еловая губка (*Trametes abietis* Sacc.), стереум еловый (*Stereum abietinum* (Pers.) Fr.), еловый трутовик (*Polystictus circinatus* var. *triqueter* (Pers.) Bres.), корневая губка (*Fomes annosus* (Fr.) Sck), ржавчина хвои (*Chrysomyxa ledi* de Bary) и др., многие скрытые и явные неблагоприятные изменения условий внешней среды обитания (колебания уровня грунтовых вод, высокие температуры воздуха при знойном засушливом лете и низкие температуры в трескучие морозы зимой и др.). Все эти факторы губительно отражаются на жизни старых одновозрастных ельников и вызывают интенсивный распад более молодых, пройденных выборочными рубками, а также стен леса, оставаемых на срок примыкания лесосеках при сплошных рубках.

Предложенный лесоустройством (1954 г.) проект, предусматривавший первоочередное использование старых одновозрастных ельников, был



Рис. 1. Распад елового насаждения в возрасте 250 лет. Валежник 80 м³ на 1 га. Тип леса ельник-черничник. Клоновское лесничество. 1954 г.

Фото О.А. Неволлина

выполнен лишь частично в сырьевых базах лесозаготовительных предприятий в зонах действующих лесовозных дорог.

Творческая, созидательная работа Виноградовского лесхоза и исполнение организационно-хозяйственного плана на 1956–1965 гг. были прерваны по воле высокопоставленных чиновников-дилетантов в лесном хозяйстве, постоянно обуреваемых реорганизационными страстями. Сложившаяся стройная система лесопромышленного управления на исходе 1959 г. в одночасье рухнула на всей территории зоны промышленных лесозаготовок Советского Союза. 12 лет становления и развития лесного хозяйства, огромный труд лесоводов и лесоустроителей на пользу Отечества были перечеркнуты. В январе 1960 г. Виноградовский лесхоз был ликвидирован, и на его территории с богатейшими лесными ресурсами стали безраздельно хозяйничать три крупных лесозаготовительных предприятия комбината «Архангельсклес» Архангельского совнархоза: Березниковский, Усть-Ваенгский и Конецгорский леспромхозы.

Роковая ошибка, совершенная в конце 1959 г. с лесным хозяйством лесопромышленной зоны страны, стала понятна власть предержащим по истечении шести лет «хозяйствования» в российских лесах леспромхозов. В октябре 1965 г. проверенная временем система лесопромышленного управления была восстановлена и возрождены лесхозы.

В 1964 г. архангельские лесоустроители провели работы в Березниковском, в 1965 г. в Усть-Ваенгском и Конецгорском леспромхозах. Готовые лесоустроительные материалы по леспромхозам были в кратчайшие сроки переделаны по двум лесхозам – Березниковскому (Усть-Ваенгский и Березниковский леспромхозы) и Конецгорскому (Конецгорский леспромхоз). Со временем Конецгорский лесхоз был включен в состав Березниковского, и в 1977 г. проведено лесоустройство архангельскими специалистами. Очередное лесоустройство выполнялось ленинградскими лесоустроителями в 1989 г., когда снова реформировалось лесопромышленное управление. Березниковский лесхоз был ликвидирован, организованы три комплексных предприятия: Двиноважское КЛСП, Усть-Ваенгский и Конецгорский КЛПХ. В 1991 г., как и следовало ожидать, КЛСП и КЛПХ прекратили свое существование, возродился Березниковский лесхоз [12].

Такая неопределенность с лесопромышленным управлением пагубно отразилась на организации лесопользования. Главнейший постулат лесоустройства заключается в организации непрерывного неистощительного лесопользования при разумно обоснованной первоочередной рубке высоковозрастных (биологически перестойных) насаждений по принципу относительно равномерного и пропорционального размещения лесосек по территории. При этом выбор способа рубки должен соответствовать природе леса и обеспечивать его естественное лесовосстановление.

Понятно, что охватить дорожной сетью обширные массивы тайги в целях первоочередной рубки перестойных лесов – задача трудноосуществи-

| Показатели | Данные лесоустройства | | | |
|------------|-----------------------|---------------|---------|---------|
| | 1954 г. | 1964–1965 гг. | 1977 г. | 1989 г. |
| | | | | |

| | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Спелые и перестойные ельники | <u>95</u> | <u>94</u> | <u>87</u> | <u>84</u> |
| VI класса возраста и старше, % | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Перестойные ельники VIII класса | <u>81</u> | <u>79</u> | <u>77</u> | <u>78</u> |
| возраста и старше, % | 85 | 84 | 89 | 92 |
| Высоковозрастные ельники, %: | | | | |
| IX класса возраста и старше | Данных | <u>49</u> | <u>50</u> | <u>61</u> |
| | нет | 52 | 57 | 73 |
| X класса возраста и старше | Данных | <u>14</u> | Данных | <u>23</u> |
| | нет | 15 | нет | 28 |
| Площадь ельников, га | 356 798 | 571 890 | 583 228 | 583 447 |
| Средний возраст, лет | 148 | 151 | 147 | 152 |
| Площадь лесхоза, тыс. га | 742,5 | 1148,4 | 1150,5 | 1150,2 |

Примечание. В числителе – процент от площади ельников; в знаменателе – от площади спелых и перестойных (VI класс возраста и старше).

мая, и здесь некорректно обвинять ни лесопользователей, ни органы лесного хозяйства. Однако отсутствие дорог привело к накоплению высоковозрастных ельников в северной и северо-восточной частях лесхоза. В таблице приведены данные лесоустройства о доле высоковозрастных ельников от площади эксплуатационных еловых лесов III группы. Здесь явно просматривается сокращение (на 10 %) площадей спелых и накопление (на 13 ... 21 %) высоковозрастных еловых насаждений. Это происходит вследствие рубок и возобновления на вырубках елово-березовых насаждений, с одной стороны, и старения нетронутой части ельников – с другой.

Ни постоянно реформировавшиеся органы лесного хозяйства, ни лесопользователи, пренебрегавшие при избытке лесосырьевых ресурсов принципом рационального и полного их использования, не приняли своевременных мер к снижению последствий процесса естественного и постоянного непрерывного усыхания ельников. Глобальное потепление климата, нарушение стабильности атмосферных потоков, сопровождающиеся жаркими иссушающими почву периодами и участвовавшими сильными ветрами и снегопадами, размножение короедов и усачей, бесспорно, имеют место. Однако если в норме усыхание касается только деревьев, достигших предельного возраста, то в рассматриваемом районе, наряду с природными факторами, сказываются и ошибки в организации лесопользования.

Вопросы оптимального выбора способа рубки, площади и границ, размера лесосек, сроков примыкания не решаются годами. Органы лесного хозяйства на местах вынуждены действовать в рамках общих правил рубок главного пользования, не располагая полномочиями действовать сообразно ситуации. Избегали острых углов, действуя по шаблону, и лесостроители. Так, в проектах лесоустройства 1964–1965, 1977 и 1989 гг. указывались низкие полноты и захламленность спелых и перестойных ельников, не заострялось внимание на гибели высоковозрастных насаждений. Возможно, что

этот естественный биологический процесс тогда не вызвал тревоги, являя обычную картину таежных лесов, хотя следы давних и свежих буреломов в очагах корневой губки, ветровалов, усохших куртин леса видны повсюду.

К сожалению, избыток ресурсов, а точнее чисто потребительское отношение к лесу, не стимулировали разработку технологий использования сухостойной древесины. Она просто оставлялась на лесосеках, что вызывало усиление размножения короедов и усачей.

Серьезное беспокойство по поводу распада и гибели высоковозрастных ельников возникло у лесоводов и лесозаготовителей на рубеже XX и XXI вв., когда процесс усыхания зашел так далеко, что лесозаготовители и лесхозы столкнулись с проблемой выбора участков для рубки. Контуры района усыхания пока четко не определены, в основном это массив высоковозрастных лесов в междуречье р. Пинеги и Северной Двины. В той или иной степени проблема коснулась более 30 арендаторов с суммарным объемом ежегодной заготовки древесины около 1,5 млн м³ в Березниковском, Выйском, Верхнетоемском, Сурском и Карпогорском лесхозах. В Березниковском лесхозе она наиболее остра для ОАО «Конецгорский ЛПХ», «Борецкий ЛПХ» и «Усть-Ваеньгалес», ЗАО «Тайга». Проблемы лесопромышленного комплекса – социально-экономические и экологические. От их решения зависит будущее многих лесных поселков в трех административных районах: Виноградовском, Верхнетоемском и Пинежском.

К изучению процесса усыхания высоковозрастных лесов были привлечены ученые кафедры лесоводства и почвоведения АГТУ. По результатам рекогносцировочного исследования ими сделаны первые выводы, подтверждающие основную причину усыхания – высокий возраст и неблагоприятные климатические факторы. Кроме того, отмечена существенная роль антропогенного влияния – рубки леса в размерах, превышающих прирост, и продолжительное применение сплошных концентрированных рубок, изменяющих гидрологический режим территории [19]. Летом 2005 г. в Березниковский лесхоз выезжала группа ученых СевНИИЛХа.

Забеспокоились и федеральные органы лесного хозяйства.

Для оценки санитарного состояния ельников на водоразделе р. Северной Двины и Пинеги в июне – октябре 2004 г. на территории Березниковского (обследовано 700 тыс. га) и Верхнетоемского (300 тыс. га) лесхозов Рослесозащитой проводилось экспедиционное авиадесантное лесопатологическое обследование с использованием цифровой аэрофотосъемки. Выявлено, что практически все спелые и перестойные еловые насаждения на обследуемой территории находятся в неудовлетворительном состоянии, которое вызвано ослаблением и усыханием древостоев различной степени интенсивности. Характер усыхания различен, от диффузного до сплошного. В основном преобладает куртинное и куртинно-диффузное усыхание древостоев. Количество усыхающих деревьев, свежего и старого сухостоя колеблется от 20 до 100 %. Во всех спелых и перестойных древостоях отмечалось повышенное количество свежего и старого ветровала и бурелома – 30 ... 60 м³/га. Еловые древостои в историческом развитии в настоящее время

достигли своего критического для данной территории возраста и потеряли биологическую устойчивость к отрицательным факторам внешней среды. Усыхание связано, скорее всего, с необычайно жарким и засушливым летом 1997 г. Мощным толчком к дальнейшему распаду ельников послужил массовый снеголом вершин ели, произошедший зимой 2001/02 гг. Количество деревьев со сломанными вершинами в некоторых делянках достигает 30 %, что значительно ухудшило их состояние и привело к появлению очагов массового размножения стволовых вредителей. В 2004 г. интенсивному усыханию способствовал жаркий и засушливый июль. Из насекомых-вредителей отмечены типограф и усачи из рода *Monochamus* и *Rhagium*, из грибных болезней – еловая губка, корневая губка и опенок. По всей обследованной территории происходит интенсивная деградация и гибель высоковозрастных еловых древостоев. Этот процесс принял необратимый характер. Распад ельников будет продолжаться. Необходимо проведение сплошных санитарных рубок и продолжение лесопатологических работ (Из доклада лесопатолога Рослесозащиты В.А. Щеголихина заключительному техническому совещанию при Агентстве лесного хозяйства по Архангельской области, 19.10.2004. – 6 с.).

Обследуя в 2005 г. ельники в Березниковском, Верхнетоемском, Выйском и Карпогорском лесхозах, лесопатологи Рослесозащиты не обнаружили здоровых спелых и перестойных насаждений. Гибель деревьев составляет от 52 до 84 %. В суммарном отпаде преобладает сухостой 2004 г. Деревья из числа текущего отпада заселены и отработаны стволовыми вредителями, основным из которых является короед-типограф. С июля по границам вырубок, опушкам леса и просекам наблюдается пожелтение хвои в результате дополнительного питания усачей из рода *Monochamus*, что говорит об их массовом размножении в поврежденных древостоях. Гибель еловых насаждений создала высокую пожарную опасность в районах и приняла характер стихийного бедствия (Из краткой записки лесхозу лесопатолога Рослесозащиты Д.С. Леонова, 21.07.2005. – 1 с.).

Отмечая особо трудоемкую, исключительно важную, нужную и полезную работу лесопатологов, нельзя не высказать сожаления об отсутствии карты (плана лесонасаждений) расположения усыхающих и погибших еловых древостоев и данных об их площадях и запасах древесины. Цифровая аэрофотосъемка показательна как иллюстрация усыхания, но не приведена к плановой проекции и не положена на карту.

По данным лесхоза, площадь гибнущих ельников в Клоновском, Рочегодском, Верхневаенгском и Сиверском лесничествах составляет около 150 тыс. га, запас древесины примерно 25 млн м³. Положение усугубляется тем, что гибнут оставленные на вырубках семенные куртины (рис. 2), идет интенсивное накопление сухостоя в оставленных по срокам примыкания лесосеках вплоть до полной гибели еловых древостоев (рис. 3). Обычный вид стволов сухостойных елей показан на рис. 4. Облеты на самолете Ан-2 и просмотр видеозаписей по маршрутам над Клоновским, Рочегодским и Верхневаенгским лесничествами являют удручающую картину: некогда



Рис. 2. Семенная куртина на вырубке. Ель полностью усохла. Сиверское лесничество, кв. 124. 2005 г. Фото С.В. Богданкова



Рис. 3. Погибший еловый древостой в стене леса, оставленной на срок примыкания лесосеки. Сиверское лесничество, кв. 124. 2005 г. Фото С.В. Богданкова



Рис. 4. Обычный вид стволов усохших елей. Сиверское лесничество, кв. 124. 2005 г. Фото С.В. Богданкова

зеленые массивы еловой тайги испещрены пепельно-серыми пятнами – участками сплошного сухостоя, занимающими (по зрительной оценке) около 40 % территории спелых ельников.

В декабре 2004 г. Рослесхоз, проведя совещание по вопросам усыхания еловых насаждений, принял решение внести изменения в план лесоустроительных работ, заменив устройство Каргопольского лесхоза на часть Березниковского. С мая по октябрь 2005 г. силами Архангельской лесоустроительной экспедиции выполнялись полевые лесоустроительные работы на площади 604 тыс. га с учетом особенностей таксации усыхающих насаждений.

Лесной массив в междуречье р. Северной Двины и Пинеги, в котором находятся обследуемые высоковозрастные ельники, выделен Гринписом России как малонарушенная лесная территория Европейского Севера России [20]. Сотрудниками Гринпис в ходе полевых экспедиций 1997–2000 гг. в этом лесном массиве заложено 4 модельных участка: 2 – в западной части, 1 – в центральной и 1 – в восточной. Авторы предлагают зарезервировать лесной массив (с запретом промышленного освоения природных ресурсов и развития транспортной инфраструктуры) на время, необходимое для квалифицированного комплексного решения вопроса об уровне его ценности и дальнейшей судьбе.

Международная экологическая экспедиция (2001 г.) [12], изучавшая состояние старовозрастных лесов и биоразнообразие ландшафтов в север-

ной части Сиверского лесничества в бассейне р. Юлы, выявила там более 20 видов растений, занесенных в Красную книгу России и Архангельской области, высокую численность пернатых хищников и охотничьих животных.

Архангельский проектный офис всемирного фонда охраны дикой природы (WWF) в 2004 г. провел обследование примыкающего к Сиверскому лесничеству массива малонарушенных лесов в Выйском лесхозе и также предложил образовать ландшафтный заказник для охраны ландшафтов и биоразнообразия коренных таежных лесов. Примечательно, что эксперты WWF, анализируя причины усыхания ели, пришли к таким же выводам, что и П.П. Серебренников в докладе на XII лесном съезде.

Предложения неправительственных природоохранных организаций Гринпис России и WWF, а также Международной экологической экспедиции о выделении особо охраняемой территории в междуречье Северной Двины и Пинеги непременно будут учтены при разработке проектов организации и ведения лесного хозяйства Березниковского и Выйского лесхозов.

Материалы лесоустройства 2005 г. пока обрабатываются, и их еще рано комментировать. Однако на основании изложенного и накопленных материалов можно сделать определенные выводы.

– Ельники в Березниковском лесхозе в основном одновозрастные и условно-разновозрастные с преобладанием одного резко выраженного поколения, все послепожарного происхождения. Разновозрастные еловые насаждения встречаются редко.

– Распад еловых насаждений лесхоза связан с высоким возрастом и запрограммирован самой природой. Процесс этот многовековой и направлен на смену поколений.

– Критическим возрастом еловых насаждений Березниковского лесхоза следует считать 180 ... 200 лет.

– Процесс усыхания условно-разновозрастных и абсолютно разновозрастных насаждений длится, постепенно затухая, 5 ... 10 лет. В большинстве обследованных усыхающих ельников свежий сухостой или отсутствует, или его запас значительно уступает запасу отпада прошлых лет.

– В одновозрастных ельниках старше 180 лет усыхание приводит к гибели всего древостоя.

– В районе лесозаготовок усыхание по интенсивности превосходит аналогичный процесс внутри массива: усыхают и разваливаются стены леса вокруг вырубок, гибнут семенные куртины и единичные деревья. Шахматное примыкание лесосек приводит к усыханию оставленных делянок. Соблюдение сроков примыкания в данном случае губительно для леса.

– Современное лесное законодательство допускает нарушение установленных сроков примыкания только в порядке исключения по отдельным делянкам. Поэтому лесозаготовители и органы лесного хозяйства вынуждены сочетать рубки главного пользования со сплошными санитарными рубками.

– Вопрос об экологической катастрофе в районе весьма спорный и обсуждается большей частью как обоснование сплошных санитарных рубок.

– В то же время налицо критическая ситуация в социально-экономическом плане. Потеря эксплуатационного фонда, в первую очередь крупномерного экспортного пиловочника, может обернуться для арендаторов банкротством, а для жителей лесных поселков безработицей.

– Человек, вмешиваясь в жизнь леса выборочными рубками (как и сплошными), нарушает структуру насаждений, ускоряет процесс распада древостоев и нередко приводит к преждевременной их гибели.

– Неустойчивость лесопромышленного управления, связанная с частыми реорганизациями, пагубно отразилась на лесном хозяйстве и лесах Европейского Севера России вообще и Березниковского лесхоза в частности.

– В разновозрастных еловых насаждениях проводить какие бы то ни было сплошные рубки (выборочные, добровольно-выборочные, группово-выборочные, постепенные и др.) нельзя. Объектом сплошных рубок являются разновозрастные насаждения.

– В еловых насаждениях, достигших критического возраста, и в спелых ельниках с наличием сухостоя, ветровала и бурелома при ведении сплошнолесосечной рубки сроки примыкания лесосек, предусмотренные действующими «Правилами рубок главного пользования в равнинных лесах Российской Федерации», теряют здравый смысл и должны быть решительно отменены. Это диктуется повсеместным интенсивным распадом (ветровал, бурелом) еловых насаждений в остающихся на срок примыкания соседних с вырубками лесосеках.

– В районе гибнущих ельников постоянно накапливается огромное количество горючих материалов, создается очень высокая пожарная опасность. В сухое время лета участки разновозрастных ельников с сухостоем и захламленностью от ветровала и бурелома, образно говоря, превращаются в «пороховые бочки», подготовленные к взрыву от малейшей искры, которая немедленно вызовет верховой пожар страшной разрушительной силы и непредвиденных масштабов.

– Высокая пожарная опасность в усохших ельниках черничных сохраняется около 5 ... 10 лет. В дальнейшем возобновление из березы и подлесок способствуют разобшению валежника.

– Процессы деградации и гибели высоковозрастных еловых насаждений закономерны и направлены природой на обновление таежных лесов ее основным пирогенным путем. Все это естественно и длится, периодически повторяясь, в течение многих столетий и тысячелетий.

– Первостепенная задача лесоводов лесхоза – не допустить дальнейшего развития крайне нежелательных естественных процессов и сделать все возможное для спасения и рационального использования гибнущих лесных ресурсов с безусловным обеспечением восстановления на этих местах высокопродуктивных сосняков (в первую очередь!) и ельников.

– Решить эту проблему можно только с помощью лесоустройства, которое надо провести с детальным лесопатологическим обследованием спелых и перестойных ельников.

– Следует согласиться с Гринписом России о резервировании хотя бы части малонарушенного лесного массива в междуречье р. Северной Двины и Пинеги, чтобы сохранить в этом районе уникальный для постоянных научных наблюдений объект коренных высоковозрастных лесов во всем многообразии лесорастительных условий с их неповторимым разнообразием растений и животных. Этот шанс нельзя упускать, иначе потомки нас не поймут. Такие, еще пока не переданные в аренду, лесные территории есть в бассейне р. Юлы (северная часть Сиверского лесничества).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев С.В.* Рубки в лесах Севера / С.В. Алексеев. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1948. – 64 с.
2. *Алексеев С.В.* Очистка лесосек в практике северного лесного хозяйства / С.В. Алексеев, А.А. Молчанов. – Вологда: Севтранлес, 1927. – 105 с.
3. *Алексеев С.В.* Выборочные рубки в лесах Севера / С.В. Алексеев, А.А. Молчанов. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 148 с.
4. *Гусев И.И.* Продуктивность ельников Севера / И.И. Гусев. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. – 232 с.
5. История Архангельского лесоустройства / С.В. Ердяков, О.А. Неволин, Б.В. Трубин, Д.В. Трубин, С.В. Торхов. – Архангельск, 2000. – 190 с.
6. *Кузнецов Н.А.* Задвинские ельники. К вопросу о массовом подсыхании и в связи с ним о некоторых изменениях пиловочных дач: докл. XII Всерос. съезду лесовладельцев и лесохозяев в г. Архангельске / Н.А. Кузнецов. – СПб., 1912. – 40 с.
7. *Левин В.И.* Сосняки Европейского Севера / В.И. Левин. – М.: Лесн. пром-сть, 1966. – 152 с.
8. *Мелехов И.С.* Рубки и возобновление леса на Севере / И.С. Мелехов. – Архангельск, 1960. – 201 с.
9. *Мелехов И.С.* Рубки главного пользования / И.С. Мелехов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1966. – 374 с.
10. *Неволин О.А.* XII лесной съезд и его значение для северного лесного хозяйства / О.А. Неволин // Лесн. журн. – 1992. – № 1. – С. 134–136. – (Изв. высш. учеб. заведений).
11. *Неволин О.А.* Основы хозяйства в высокопродуктивных сосняках Севера / О.А. Неволин. – Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1969. – 103 с.
12. *Неволин О.А.* История Березниковского лесхоза / О.А. Неволин, А.Н. Грицынин. – Архангельск: Правда Севера, 2002. – 464 с.
13. *Неволин О.А.* Лесоустройство / О.А. Неволин, С.В. Третьяков, С.В. Ердяков, С.В. Торхов. – Архангельск: Правда Севера, 2003. – 583 с.
14. Протоколы заседания С.-Петербургского лесного общества // Лесн. журн. – 1903. – Вып. 3. – С. 754,755.
15. Протоколы XII Всероссийского съезда лесовладельцев и лесохозяев с участием лесозаводчиков и лесопромышленников в Архангельске 15–25 июля 1912 г. – СПб., 1913. – 173 с.

16. Рожков А.С. К устройству северных лесов: докл. XII Всерос. съезду лесовладельцев и лесохозяев с участием лесозаводчиков и лесопромышленников в г. Архангельске в 1912 г. / А.С. Рожков. – СПб., 1912. – 38 с.

17. Серебренников П.П. О хозяйстве в лесах Севера: краткий очерк истории лесоустройства и его принципов в Вельском удельном округе: докл. XII Всерос. съезду лесовладельцев и лесохозяев с участием лесозаводчиков и лесопромышленников в г. Архангельске / П.П. Серебренников // Тр. XII Всерос. съезда. – СПб., 1913. – 36 с.

18. Серебренников П.П. Задачи лесного опытного дела на Севере / П.П. Серебренников // Тр. XII Всерос. съезда лесовладельцев и лесохозяев. – СПб., 1913. – 16 с.

19. Цветков В.Ф. К состоянию коренных еловых лесов на водоразделе Ваеньги и Юлы (междуречье С. Двины и Пинеги / В.Ф. Цветков // Старовозрастные леса Архангельской области – перспективы сохранения. – Архангельск, 2003. – С. 5–9.

20. Ярошенко А.Ю. Малонарушенные лесные территории Европейского Севера России / А.Ю. Ярошенко, П.В. Потапов, С.А. Трубникова. – М.: Гринпис России, 2001. – 75 с.

Архангельский государственный
технический университет

Березниковский лесхоз
Архангельской области

Архангельская лесостроительная
экспедиция

Поступила 05.10.05

O.A. Nevolin, A.N. Gritsynin, S.V. Torkhov

On Decay and Downfall of Over-mature Spruce Forests in Beresnik Forestry Unit of Arkhangelsk Region

Problem of drying of even-aged spruce forests in the area between the Northern Dvina River and Pinega is viewed from the historical perspective.



УДК 630*64:630*18

В.В. Царалунга

Царалунга Владимир Владимирович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, защиты леса и охотоведения Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 40 научных работ в области лесозащиты и ресурсоведения.



ТРАГЕДИЯ РОССИЙСКИХ ДУБРАВ

Дан краткий обзор истории антропогенного воздействия на дубравы европейской части России. Приведены индикаторы эволюционной стагнации дуба и его вытеснения как лесообразующей породы. На основе уточненной периодичности ускоренного отмирания дуба сделан прогноз начала следующей волны массового усыхания.

Ключевые слова: дубравы, история, состояние, отмирание, отрицательная селекция, эволюционная стагнация.

Дубравы – это лесные формации, основной лесообразующей породой которых является дуб. Произрастают они главным образом в умеренной зоне северного полушария. В России дубравы локализованы в европейской части страны (3,52 млн га) и на Дальнем Востоке (2,46 млн га) [8]. Несмотря на то, что род дуба (*Quercus*) представлен более чем 600 видами, подавляющее большинство российских дубрав образовано дубом черешчатым (*Q. robur*), монгольским (*Q. mongolica*) и скальным (*Q. petraea*) [9]. Главной лесообразующей породой является дуб черешчатый, который подвергся долговременному, целенаправленному и тотальному истреблению.

Климатические и ландшафтные условия произрастания дуба черешчатого (умеренный климат и долины рек) стали комфортными для поселения древнего человека, а уникальные технические свойства дубовой древесины (плотность, стойкость против гниения, теплоотдача при горении) сделали дуб незаменимым в жизнеобеспечении наших пращуров. Археологические и летописные данные свидетельствуют, что в лесной, лесостепной и северной частях степной зоны Европейской России дуб чаще и в больших объемах, чем другие породы, использовали для строительства оборонительных сооружений, бытовых и производственных нужд [16]. Чтобы представить уровень антропогенного воздействия на дубравы России в древние и средневековые времена и его влияние на отмечаемое сейчас вырождение дубрав, обратимся к некоторым эпизодам истории отечественного дубравного лесопользования.

По данным М.И. Нейштадта [12], реконструировавшего историю лесов по геоботаническим исследованиям, дубравы на территории современной части России в голоцене (период за последним оледенением) начали

появляться 7 ... 9 тыс. лет назад. Их распространение было максимальным 4,5 тыс. лет назад (середина III тысячелетия до н. э.), в период расцвета бронзового века и в начале пашенного земледелия, которое в лесной и лесостепной зонах тесно связано с понятием «подсеки», т. е. сведения лесов подсечно-огневым методом. На Руси подсечно-огневое земледелие длилось более 30 веков, от середины II тысячелетия до н. э. до времен Ивана Грозного (вторая половина XVI в.) [2, 4]. От «подсеки» страдали преимущественно дубовые леса, занимавшие наиболее плодородные земли, которые вплоть до XIX в. назывались «поддубицами» [16]. Определить площадь дубрав, пройденных «подсекой» за 30 веков, мы можем только приблизительно, но несомненно, что она соизмерима с общей площадью лесов, пригодных для подсечно-огневого земледелия. Так, если среднюю численность древнего и средневекового оседлого населения лесной и лесостепной зон Восточной Европы принять в 3 млн чел. (по данным разных авторов [3–5], она колебалась от 2 до 8 млн чел.), а одна семья из 5 ... 7 человек обрабатывала около 1 га, то за 3 тыс. лет на данной территории могло быть выжжено и распаханно приблизительно 100 млн га леса. Судьба участков, заброшенных после падения их плодородия, была неоднозначной, в лучшем случае они вновь зарастали лесом, а чаще земли эродировали или остепнялись. Таким образом, если подсечно-огневое земледелие особо не влияло на качественный состав дубрав и не оказывало селективного воздействия на дуб как вид, то однозначно вызывало сокращение площади дубрав.

Другой существенной формой воздействия человека на дубравы была многовековая избирательная рубка наиболее крупных, прямоствольных, высокопродуктивных, здоровых и устойчивых деревьев дуба для строительства многочисленных оборонительных сооружений. На Руси издревле традиционно создавались оборонительные комплексы из лесных засек, рвов и крепостных стен, которые защищали не отдельные поселения, а огромные территории (Змиевы, Татарские и Турецкие валы, Засечные черты). Такие заградительные линии строились, как правило, на южной границе лесостепи для защиты от орд кочевников. Основным строительным материалом был дуб, самая долговечная в постройках средних широт и достаточно распространенная порода. Заградительные линии протяженностью в сотни и тысячи километров и разной конфигурации строились между Днпром и Волгой начиная с киммерийских времен (вторая половина II тысячелетия до н. э.) и до конца XVII в. [4, 7]. В настоящее время наиболее известны параметры так называемых засечных черт, которые создавались в лесостепной зоне и на ее южных границах в XVII в. Это Тульская, Окская, Белгородская, Тамбовская, Саранская, Изюмская и другие оборонительные линии общей протяженностью 2300 км [16]. Только по Белгородской черте (800 км) в архивах (белгородские столбцы, сметные книги, приказы различных столов и разрядов) хранится более 2 млн страниц документов, которые позволяют достаточно точно (± 50 тыс. м³) посчитать объемы и определить породный состав древесины, используемой в ее сооружении [7]. Нами был проведен соответст-

вующий анализ монографии В.П. Загоровского «Белгородская черта» [7], который позволяет утверждать, что только для сооружения 218-километрового воронежского участка Белгородской черты в течение 1636–1658 гг. было вырублено 1 млн 600 тыс. отборных деревьев дуба. На все оборонительные сооружения Московского царства подобного типа в XVII в. могло быть потрачено около 17 млн таких деревьев.

Еще более избирательно вырубались деревья дуба для нужд судостроения. Подавляющее большинство населения древней и средневековой Руси жило вдоль рек, и суда для бытовых, промысловых, торговых и военных нужд строили в больших количествах. Первоначально это были долбленые ладьи-однодеревки, и только в XV–XVI вв. их стали заменять дощаники (ладья-однодеревка с надстроенными бортами) и струги (полностью сборное судно). Изготавливались ладьи-однодеревки в основном из ивы и дуба, имели ширину 0,8 ... 3,5 м, длину 3 ... 20 м [6, 16, 18]. О масштабах производства ладей в Киевской Руси можно судить по летописям, которые свидетельствуют, что, к примеру, при походе князя Олега в Византию в 907 г. использовалось 2000 ладей, при походе князя Игоря на Царьград в 941 г. для транспортировки войск потребовалось 10000 ладей [16, 18]. Если допустить, что в Киевской Руси в среднем на одну семью приходилась одна ладья, а ее долговечность не превышала 10 лет, то за 500 лет (IX–XIII вв.) только для постройки ладей-однодеревок могло быть вырублено 25 млн отборных дубов и лип.

Более точно можно подсчитать затраты дубовой древесины на судостроение начиная с XVII в. Принято считать, что масштабное строительство судов в России началось с петровских времен (конец XVII – начало XVIII вв.). Это не совсем справедливо. Известно, что только на Верхнем Дону и на Воронеже с 1613 г. по 1696 г. ежегодно строили от нескольких десятков до нескольких сотен «больших стругов»: в 1613 г. – 40, начиная с 1660 г., ежегодно не менее 500 речных стругов [10]. Основной целью их изготовления (кроме торговых, посольских и промысловых) была поставка продовольствия и вооружения Нижнедонским казакам («казацкие отпуски»), которые охраняли южные рубежи России от набегов крымских татар, ногайцев, калмыков. Струги, как правило, назад не возвращались, казаки использовали древесину для строительства жилья и бытовых нужд. За время «казацких отпусков» в прибрежных лесах Дона и Воронежа было построено не менее 20 тыс. сравнительно крупных речных судов. Конструктивно струг представлял собой каркасное судно, шпангоуты, киль, кницы которого изготавливали из дуба и обшивали сосновыми досками. «Стандартные» параметры струга: длина 12 сажень (25,5 м), ширина 2,5 сажени (5,3 м), высота 1,3 сажени (2,8 м) [10, 16, 18]. Струг имел парусно-весельный ход и оснащался 8 ... 16 парами дубовых или ясеневых весел длиной 3 сажени (6,5 м). Не сложно рассчитать, что на один струг затрачивалось около 60 м³ древесины, не менее половины которой была дубовой. Следовательно, в XVII в. только на Дону и Воронеже было вырублено примерно 1 млн отборных деревьев дуба для нужд судостроения. Соизмеримое количество судов строилось в те

времена и на других реках лесной и лесостепной зон (Десна, Ока, Волга, Кама, Урал и др.).

Петр I также внес лепту в дело методичного и целенаправленного изъятия из дубрав самых полноценных и наиболее продуктивных деревьев, фактически узаконив отрицательную селекцию дуба. Естественно, это делалось не злонамеренно, более того, Петр I искренне пытался изменить в народе представление о лесе как о непреходящей данности, такой же, как солнце или воздух. Он сделал реальные шаги к сохранению и даже восстановлению дубрав [13, 19], однако его лесоистребительная деятельность была несоизмеримо масштабней лесоохраной. Только непосредственно на строительство петровского флота было затрачено 6,5 млн м³ древесины [15]. Примитивность технологии лесозаготовок того времени, большие потери при транспортировке, хранении и переработке древесины, делают эту цифру на порядок ниже объемов, реально вырубленных для нужд кораблестроения с 1695 г. по 1725 г. Приблизительно половину составляла древесина дуба.

Огромное количество лучших деревьев дуба вырубали для нужд градостроения. В отличие от Западной Европы, где из-за дефицита древесины массовый переход на использование камня в градостроении произошел еще в раннем средневековье (V–VII вв.), в России древесина в качестве основного строительного материала использовалась вплоть до конца XIX в.

Можно долго перечислять пути использования дуба нашими предками (поташ, металлургия, бытовое отопление, гончарное производство, винокурение, сооружение мостов и плотин, заготовка рудничных стоек, изготовление телег, саней, лафетов для пушек, мебели, паркета, посуды и т. д.), но и сказанного достаточно, чтобы иметь представление о роли дуба в жизнеобеспечении населения и состоянии восточноевропейских дубрав. Многие века в средней полосе европейской части России дуб вырубали в больших количествах как сплошь, так и выборочно, что не могло не отразиться на состоянии самой породы и дубравных биогеоценозов. Согласно геоботаническим данным М.И. Нейштадта [12], площадь современных дубрав европейской части России составляет около 15 % от площади девственных дубрав (3,5 против 25 млн га), запас – не более 5% (138 против 450 м³/га). Это крайнее истощение популяции дуба уже само по себе трагично, но главная проблема заключается, с одной стороны, в многовековой отрицательной селекции дуба, а с другой – в многократном клонировании дуба путем его принудительного размножения вегетативным путем. «Ахиллесовой пятой» стала способность дуба к вегетативному (порослевому) возобновлению. После рубки пень дает поросль, из которой вырастает новое дерево – точная генетическая копия предыдущего. В отличие от деревьев, выросших из семян, у природных клонов отсутствует изменчивость, поэтому они не участвуют в эволюционном процессе. В то же время все остальные живые компоненты дубравного биогеоценоза продолжают эволюционировать (точнее, совершенствоваться во взаимодействии – коэволюционировать). Дуб эволюционно отстает и закономерно вытесняется из ценозов. Природные механизмы удаления экологически неполноценного дуба весьма разнооб-

разны. Наиболее наглядным примером может служить дубравный энтомокомплекс. Так, по данным А.А. Молчанова [11], на дубе зарегистрировано 1,4 тыс. паразитирующих насекомых, в то время как на его ближайшем систематическом родственнике буке всего 298. Кроме этого, энтомокомплекс дуба более сложно структурирован и адаптирован в пространственно-временном плане. Этому есть следующие свидетельства.

– Многие виды насекомых, для которых дуб является основной кормовой породой (зеленая дубовая листовертка, дубовая хохлатка, непарный шелкопряд, зимняя пяденица, желудевый долгоносик и др.), выработали эффективные механизмы противодействия факторам, сдерживающим рост их численности, что приводит к стабилизации плотности популяций на высоком уровне.

– Каждый из таких видов сопровождается сформировавшимся специализированным энтомокомплексом (у зеленой дубовой листовертки более 150 видов), представители которого в случае гибели лидера от аномальных погодных условий или лесозащитных мероприятий готовы заполнить его экологическую нишу.

– Дуб стал объектом повреждения видами, которые ранее были трофически связаны с другими породами, например розанной листоверткой (*Cacoecia rosana* L.) – вредителем плодовых деревьев.

– Некоторые листогрызущие энтомовредители дуба (зеленая дубовая листовертка, дубовая хохлатка, непарный шелкопряд) приобрели способность успешно развиваться на достаточно здоровых деревьях, ослабляя их и делая доступными для всего энтомокомплекса.

– Обилие паразитирующих на дубе насекомых обусловило повышенное напряжение межвидовых конкурентных отношений в дубравном энтомокомплексе. Это, в свою очередь, стимулирует (согласно принципу конкурентного исключения Гаузе) смещение экологических ниш отдельных видов и повышает приспособленность всего комплекса энтомопаразитов к своему хозяину.

Кроме насекомых в процессе уничтожения неполноценных дубов (порослевого происхождения 3–7-й генерации с патологически древним генотипом) природа активно использует вирусные, бактериальные и грибные болезни, а также животных всех уровней вплоть до копытных.

Если попытаться проанализировать изменения, произошедшие с дубом, то большинство внешних признаков свидетельствует об утрате им эволюционных приспособлений к экстремальным параметрам окружающей среды. Приводим некоторые из них.

– Дуб утратил способность к долгожительству. В Европе насчитывается около десяти деревьев дуба черешчатого в возрасте около 1000 лет. Самому древнему дубу, растущему в местечке Стельмуж в Литве, более 1500 лет. Нормальной продолжительностью жизни дуба считается 500 лет. В настоящее время, судя по лучшим отечественным дубравным массивам (Шипова и Теллерманова дубравы, Тульские засеки), нет старовозрастных уча-

стков леса в возрасте 200 ... 250 лет, которые по своему состоянию имели бы перспективу прожить еще столько же.

– У дуба снизилась репродуктивная способность. Увеличиваются промежутки между урожайными годами, снижается обилие урожаев.

– Более половины дубрав имеют порослевое происхождение (по Н.П. Калиниченко [8], их 63,4 %, но фактически около 80 %, так как по лесоустройственным инструкциям при наличии в составе 40 % семенного дуба насаждение относится к высокоствольному), и тенденции к сокращению семенных дубрав усиливаются.

– В дубравных биоценозах заметно сократилось видовое разнообразие.

– Упростилась возрастная и пространственная структура дубовых древостоев.

– Снизилась общая и удельная продуктивность дубравных биоценозов.

Основная причина видовой деградации дуба черешчатого и эволюционного перекоса среди компонентов дубравного биоценоза, на наш взгляд, заключается именно в многократном порослевом возобновлении дуба, спровоцированном человеком. Долговременное исключение половой репродукции дуба привело к одряхлению и фатальному ослаблению породы. Дуб оказался в экологическом тупике, что ярко проявилось в его ускоренном отмирании в течение последних 100 лет уже без особого воздействия человека. За этот период лесоводами зафиксировано несколько так называемых «волн массового отмирания» дуба, когда он катастрофически усыхал практически в пределах всего ареала. Таких волн было, как минимум, три. Первая прошла в 1892–1911 гг., когда наблюдалось массовое усыхание дуба на Украине, в Подонье и Поволжье [1, 17]. Вторая волна началась в 1927 г. и продолжалась до 1946 г. В этот период погибли многие дубравы в Черноземье, Башкирии, Саратовской, Сталинградской и Ростовской областях, на Урале и Северном Кавказе [14]. Третья волна зафиксирована в период с 1964 г. по 1983 г. [20], когда катастрофическое усыхание дуба охватило все регионы, где он произрастает, и стоило дубравам потери 20 % площадей. Как видно, в длительности и повторяемости волн отмирания есть определенная закономерность. Каждая из них продолжалась 19 лет, а промежутки относительно стабильного состояния дубрав составили 16 и 18 лет.

Первопричиной вымирания дуба, по нашему глубокому убеждению, является подавление его человеком, а наблюдаемые волны массового отмирания дуба обусловлены биосферными ритмами гидротермических факторов как наиболее лимитирующих для растительных сообществ. Следовательно, периоды катастрофического отмирания дуба – это временное обострение состояния эволюционно ослабленного, деградирующего дуба под воздействием периодически ухудшающихся внешних экологических условий.

Зная современное состояние дубрав, а также исходные, намного более благоприятные условия в них перед последней волной массового отмирания, следует ожидать, что первая треть XXI в. будет самой катастрофичной для европейских дубрав России за всю их долгую историю. Как следствие, в ближайшие 100 лет на территории нашей страны дубравы могут полностью исчезнуть как самостоятельная лесная формация.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородаевский Л.С.* Усыхание леса в Маяцкой даче Маецкого лесничества Харьковской области / Л.С. Бородаевский // Лесн. журн. – 1909. – Вып. 6. – С. 688–711.
2. *Бушков А.А.* Россия, которой не было / А.А. Бушков, А.М. Буровский. – Красноярск: БОНУС; М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2000. – 512 с.
3. *Вернадский Г.В.* Древняя Русь / Г.В. Вернадский. – Тверь: ЛЕАН; М.: АГРАФ, 2000. – 448 с.
4. *Гобарев В.М.* Предыстория Руси / В.М. Гобарев. – М.: Современник, 1994. – Т. 2. – 310 с.
5. *Гумилев Л.Н.* Древняя Русь и Великая степь / Л.Н. Гумилев. – СПб.: Кристалл, 2001. – 767 с.
6. *Елагин С.И.* История русского флота / С.И. Елагин. – Воронеж: ВГУ, 1997. – 317 с.
7. *Загоровский В.П.* Белгородская черта / В.П. Загоровский. – Воронеж: ВГУ, 1969. – 303 с.
8. *Калиниченко Н.П.* Дубравы России / Н.П. Калиниченко. – М.: ВНИИЦ-лесресурс, 2000. – 536 с.
9. Лесная энциклопедия. – М.: Сов. энциклопедия, 1985. – Т. 1. – 563 с.
10. *Мишон В.М.* Река Воронеж и ее бассейн / В.М. Мишон. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 296 с.
11. *Молчанов А.А.* Воздействие антропогенных факторов на лес / А.А. Молчанов. – М.: Наука, 1978. – 136 с.
12. *Нейштадт М.И.* История лесов и палеогеография СССР в голоцене / М.И. Нейштадт. – М.: АН СССР, 1957. – 404 с.
13. *Писаренко А.И.* Искусственные леса / А.И. Писаренко, Г.И. Редько, М.Д. Мерзленко. – Ч. 1. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1992. – 238 с.
14. *Положенцев П.А.* О причинах отмирания дубрав / П.А. Положенцев, И.М. Саввин // Лесн. хоз-во. – 1976. – № 5. – С. 93–95.
15. *Редько Г.И.* Корабельный лес во славу флота российского / Г.И. Редько, Н.А. Бабич. – Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1993. – 151 с.
16. *Тепляков В.К.* Лес в истории допетровской Руси / В.К. Тепляков. – М.: МЛТИ, 1992. – 79 с.
17. *Топчиевский А.В.* Причины массового засыхания дуба в Ольшанской даче Подольской губернии / А.В. Топчиевский // Изв. Лесн. ин-та. – 1912. – Вып. 22. – С. 25–65.
18. *Успенский В.В.* Корабельные леса Черноземья / В.В. Успенский. – Воронеж: ВГЛТА, 1996. – 39 с.
19. *Успенский В.В.* История лесного хозяйства России / В.В. Успенский. – Воронеж: Воронеж. леспроект, 1997. – 66 с.

20. Царалунга В.В. Цикличность ускоренного отмирания дуба / В.В. Царалунга // Лесн. вестник. – М.: МГУЛ, 2002. – №2. – С. 31–35.

Воронежская государственная
лесотехническая академия

Поступила 06.02.03

V.V. Tsaralunga

Tragedy of Russian Oak Forests

Brief historic review of anthropogenic impact on oak forests of the European part of Russia is given. Indicators of oak evolutionary stagnation and its displacement as forest formation species are provided. The forecast on the start of the next wave of mass drying is made based on the specified periodicity of oak accelerated extinction.

УДК 630*231

С.М. Синькевич

Синькевич Сергей Михайлович родился в 1951 г., окончил в 1973 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет более 70 печатных работ в области ухода за лесом, дендрохронологии, лесной экологии.



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОХРАНЕНИЯ ПОДРОСТА НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ*

Исследованы лесоводственная эффективность сохранения подроста на участках сплошных вырубок различной давности и зонально-типологической принадлежности, а также методика ее учета.

Ключевые слова: лесовозобновление естественное, встречаемость, густота.

В отечественном лесоводстве существенную роль традиционно играли меры содействия естественному возобновлению. Особое внимание им уделялось в периоды роста объемов лесопользования и сопутствовавших трудностей искусственного лесовосстановления. Такая ситуация характерна и для настоящего времени, когда функции лесовосстановления перераспределены между участниками процесса лесопользования, а на лесозаготовках во все более широких масштабах применяется агрегатная техника нового поколения.

Проведенные в последнее пятилетие инвентаризационные и методические исследования естественного лесовозобновления показали, что прогнозирование его результатов, без чего трудно представить переход к устойчивому лесопользованию, требует существенного изменения подходов к учету и оценке эффективности проводимых мер содействия.

В лесном хозяйстве Карелии, имеющем полувековой опыт массового проведения мер содействия естественному возобновлению, в настоящее время при ежегодном объеме лесовосстановительных работ более 30 тыс. га доля лесных культур составляет около 35 %. На фоне стратегии развития лесопользования, предусматривающей в ближайшие десятилетия доминирование сплошных рубок, без повсеместного искусственного лесовосстановления, представляется закономерным сохранение существенной роли естественного возобновления на длительную перспективу, о чем неоднократно говорилось ранее в публикациях ведущих специалистов отрасли. С учетом этого для планирования лесного хозяйства важны вопросы состояния и оценки эффективности формирования насаждений с использованием сохра-

* Исследование выполнено в рамках подпрограммы «Российский лес» Федеральной целевой научно-технической программы.

ненного подроста.

Достоверным способом оценки лесоводственного эффекта следовало бы считать инвентаризацию спелых древостоев, выращенных по соответствующим технологиям. Однако объектов, история возникновения которых известна, нет, что вынуждает ограничиться более молодыми насаждениями, уже миновавшими стадию смыкания полога и стабилизировавшимися в своем развитии. Поэтому для оценки лесоводственной эффективности были использованы 35–40-летние древостои, сформировавшиеся после рубок главного пользования с сохранением подроста, поскольку в этой стадии насаждение, уже играя роль эдификатора условий местопроизрастания, в значительно меньшей мере подвержено изменениям среды, а его дальнейшее развитие можно с достаточной уверенностью предсказать, используя существующие таблицы хода роста. Выборочно-перечислительным методом было протаксировано 66 участков общей площадью около 2,5 тыс. га, для которых имелись детальные данные более чем двадцатилетней давности о густоте и встречаемости различных категорий естественного возобновления [1]. Исходя из предварительно оцененных размеров деревьев в соответствии с существующими рекомендациями [2], применялись круговые учетные площадки размером 10 м². На них фиксировали все стоящие деревья с разделением по породам, категориям состояния и размерам. Экземпляры хвойных пород и березы, не достигшие высоты 4 м, условно относили к категории «подрост».

После сплошной рубки с сохранением подроста на обследованных участках сформировались смешанные насаждения с различной долей участия хвойных, преобладание которых отмечено в 70 % случаев (рис. 1). В формировании состава насаждений существенно проявился фактор широтной зональности.

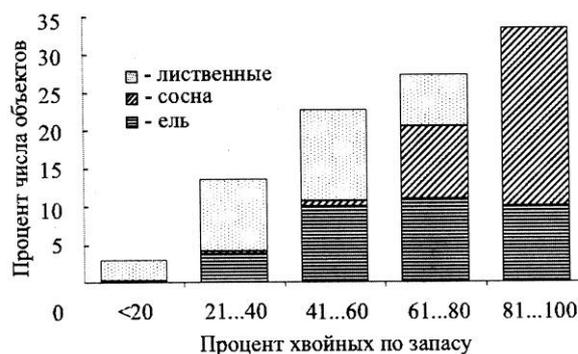
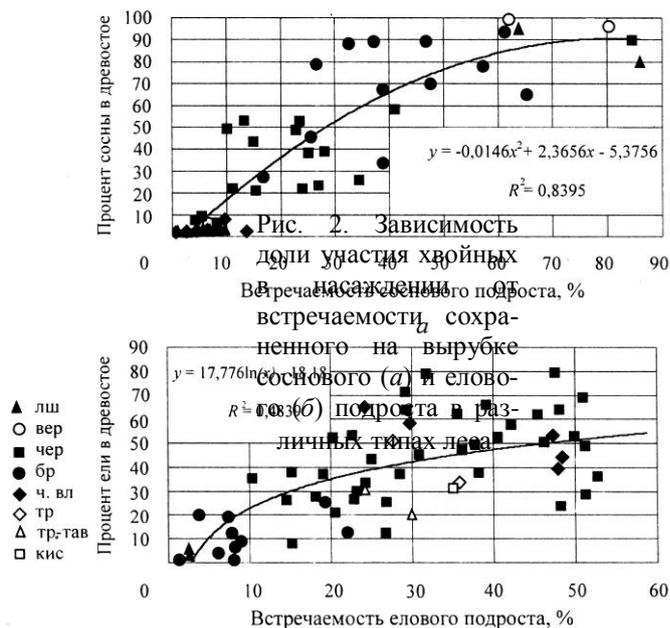


Рис. 1. Разделение обследованных участков по составу древостоев

Исходное участие сосны в подросте в первые годы после рубки уменьшалось при продвижении с севера на юг в среднем от 57 до 8 %, в то время как доля ели возрастала от 7 до 31 %. Через два десятилетия участие

указанных пород в запасе средневозрастных древостоев изменялось соответственно от 70 до 15 и от 20 до 40 %.

Анализ полученных данных позволил уточнить зависимости между основными характеристиками подростка естественного происхождения и формирующихся из него древостоев (рис.2, а, б). Одновременно подтвердилась высокая теснота связи ($R > 0,8$) традиционно преобладающего в нормативных документах показателя густоты подростка с его встречаемостью. Аппроксимация этой связи уравнением вида $y = b_1 + b_2x/(100 - x)$,



где y – густота; x – встречаемость, показала независимость от типа леса и хорошее приближение во всем диапазоне изменения исследуемых параметров. Наличие указанных зависимостей имеет существенное значение для практической оценки качества проведенных мер содействия естественному возобновлению и возможной их оптимизации. Увеличение густоты и, соответственно, встречаемости последующего возобновления березы и осины отрицательно повлияло ($R = -0,45$) на долю участия сосны в составе сформировавшихся древостоев. Участие ели существенно связано с наличием березы ($R = 0,35$) и незначительно с осиной ($R = 0,15$), которая на этой стадии является скорее индикатором плодородия, чем специфическим эдификатором.

Проведенные исследования подтвердили существенность фактора крупности подростка для формирования насаждений (табл. 1), однако применительно к свежим вырубкам последних лет сложно рассчитывать на значительную встречаемость крупных экземпляров из-за их наибольшей подверженности повреждениям при любой технологии лесозаготовок.

Нижним пределом, обеспечивающим формирование насаждения с преобладанием хвойных (от 5 единиц состава), является встречаемость подраста сосны и ели 30 % и выше. Для обеспечения достаточного уровня продуктивности насаждений, формирующихся с участием сохраненного подраста, его доля должна быть не менее 40 %, что гарантирует запас хвойных в средневозрастном древостое не менее 50 м³/га.

Несмотря на тесную связь показателей численности и встречаемости подраста ($R \approx 0,8$), учет только одного из них не всегда обеспечивает формирование желательного запаса хвойной древесины. Если применительно к ели в пределах среднетаежной подзоны это может быть объяснено влиянием лиственных пород, то в северной тайге решающим моментом становится, по-видимому, этап смыкания крон, протекающий различно в зависимости от условий местообитания и представленности разных генераций сосны. Во всяком случае, ясно, что для обеспечения скорейшего смыкания полога и перевода в лесопокрытую площадь нижний порог встречаемости хвойных при перемещении на север должен увеличиваться

Таблица 1

Коэффициенты корреляции показателей наличия подраста с густотой и участием хвойных в сформировавшихся средневозрастных насаждениях

| Высота подраста, м | Густота в древостое | | Доля в составе | |
|---------------------------|---------------------|------|----------------|------|
| | Сосна | Ель | Сосна | Ель |
| Густота подраста, шт./га | | | | |
| < 0,5 | 0,45 | 0,29 | 0,44 | 0,42 |
| 0,6...1,5 | 0,58 | 0,45 | 0,62 | 0,58 |
| > 1,5 | 0,78 | 0,58 | 0,70 | 0,57 |
| Встречаемость подраста, % | | | | |
| < 0,5 | 0,43 | 0,31 | 0,43 | 0,38 |
| 0,6...1,5 | 0,40 | 0,28 | 0,43 | 0,30 |
| > 1,5 | 0,56 | 0,42 | 0,62 | 0,46 |

Имея в виду важность момента смыкания крон для дальнейшего формирования насаждения, информацию о встречаемости возобновления следует дополнить данными о нижних пределах численности (табл. 2). Возможно также, что при их определении потребуются учесть различия в связях густоты и встречаемости, соответствующие различным категориям крупности и происхождения.

Эффективность лесовозобновительных мероприятий, в том числе сохранения подраста, в значительной мере определяется размерами лесосек, средневзвешенная площадь которых в течение последнего десятилетия превышала 20 га. Значительная пространственная вариабельность численности естественного возобновления в пределах хозяйственных выделов существенно зависит от мозаичности условий местопроизрастания.

Приведенные в табл. 3 показатели мозаичности условий на пяти участках являются не отражением нескольких контуров в пределах сравнительно небольших делянок, а суммарным результатом выборочно-

статистической оценки по всей площади в целом и в то же время практически любого ее фрагмента размером около 1 га.

Таблица 2

Средние показатели соответствия встречаемости и густоты подроста сосны и ели различной генерации и крупности

| Категория крупности | Густота возобновления, шт./га, при встречаемости, % | | | | | |
|---------------------|---|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | 20 | | 30 | | 50 | |
| | Предварительное | Последующее | Предварительное | Последующее | Предварительное | Последующее |
| Сосна | | | | | | |
| Мелкие | 500 | 200 | 900 | 1200 | 2000 | 3000 |
| Средние | 500 | 150 | 1000 | 1200 | 2300 | 3000 |
| Крупные | 500 | 125 | 900 | 1200 | 2000 | – |
| Ель | | | | | | |
| Мелкие | 700 | 1100 | 1200 | 1900 | – | 4200 |
| Средние | 600 | 750 | 1000 | 1300 | 2100 | 3000 |
| Крупные | 500 | 590 | 900 | 850 | 1700 | – |

Таблица 3

Комплексность условий местопроизрастания на свежих сплошных вырубках

| Подзона | Представленность, %, различных типов в составе | | | | | | |
|---------------|--|------------|-----------|-----------|-------------------|---------------|-------------|
| | Вересковый | Брусничный | Кисличный | Черничный | Черничный влажный | Багульниковый | Приручейный |
| Северотаежная | 21 | 29 | – | 35 | 5 | 10 | – |
| | 10 | 30 | – | 20 | 18 | 22 | – |
| Среднетаежная | 2 | 17 | – | 59 | 10 | 11 | 1 |
| | – | 7 | 16 | 65 | 9 | – | 3 |
| | 1 | 19 | 28 | 42 | 5 | 1 | 4 |

Весьма существенна также роль применяемых при разработке лесосек техники и технологии, их обновления. Потенциальные возможности экологизации лесосечно-транспортных работ до сих пор реализуются далеко не полностью. В зависимости от степени организации на лесосеке регулярной системы транспортных путей изменяется доля площади с полным уничтожением подроста. Повышенное уничтожение крупного подроста на транспортных линиях еще более увеличивает и без того значительную мелкоконтурность и пространственную вариабельность числа сохранившихся экземпляров.

Для применения выборочных методов учета естественного возобновления в практике лесного хозяйства целесообразно иметь представление о влиянии числа закладываемых учетных площадок на оценку численности и встречаемости. Для исследования этого вопроса данные по нескольким обследованным свежим вырубкам (от 60 до 385 площадок на участке) последовательно сокращали механическим отбором каждой n -й площадки и в

полученных выборках на каждом шаге определяли показатели встречаемости и густоты подроста отдельно по породам и категориям крупности. В результате было выявлено, что при густоте свыше 500 шт./га ее оценки в редких случаях изменяются более чем на 1/5 исходной величины; то же относится и к встречаемости, если она превышает 15 ... 20 %. Следовательно, одновременный количественный учет наличия и равномерности размещения подроста по площади может быть выполнен с минимальными трудозатратами с получением достаточно репрезентативных данных, необходимых для планирования лесовосстановительных мероприятий.

Роль пространственной структуры насаждений в формировании их продуктивности является давно признанным в лесоводстве фактом [3]. В то же время попытки внедрения ее учета сопровождаются как вполне закономерными формальными трудностями, так и чрезмерной формализацией, не учитывающей всего разнообразия природно-хозяйственных условий. Тем не менее, разумное сочетание систем оценки лесовозобновления, применяемых в отечественной и западноевропейской лесохозяйственной практике, представляется необходимым и возможным, если учесть результаты научных исследований и исторически сложившуюся региональную специфику ведения лесного хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зябченко С.С. Сосновые леса Европейского Севера / С.С. Зябченко. – Л.: Наука, 1984. – 244 с.
2. Мартынов А.Н. Рекомендации по комплексной оценке естественного возобновления / А.Н. Мартынов. – СПб.: СПбНИИЛХ, 1996. – 19 с.
3. Braathe P. Undersøkeler over utviklingen av glissen gjenvekst av gran / P. Braathe. – Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen. – 1953.12.H.2. – N 42. – P. 209–301.

Институт леса
Карельского НЦ РАН
Поступила 17.05.03

3*

S.M. Sinkevich

Efficiency Evaluation of Undergrowth Conservation on Clear Cut Areas

Forestry efficiency of undergrowth conservation on clear cut areas of different remoteness and zonetypological characteristic has been investigated as well as its inventory method.

УДК 630*232

П.Н. Алентьев

Алентьев Павел Николаевич родился в 1916 г., окончил в 1939 г. Воронежский лесохозяйственный институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесохозяйственных дисциплин Майкопского государственного технологического института, почетный академик РАЕН, заслуженный лесовод России. Имеет 107 печатных работ в области восстановления дубрав и интродукции ценных пород.

**ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ВЫРУБКАХ, ЗАРАСТАЮЩИХ
ЛИСТВЕННЫМИ ПОРОДАМИ**

Изложены результаты многолетних исследований состояния лесных культур на вырубках в дубравах после передачи их в покрытые лесом земли. Обращено внимание на качественную продуктивность дубовых насаждений.

Ключевые слова: восстановление дубрав, заглушение культур, заверщенное лесокультурное производство, эффективность лесных культур.

Основным показателем успешной деятельности органов лесного хозяйства по лесовосстановлению до 1981 г. являлось выполнение плана по переводу лесных культур и площадей вырубок, естественно возобновившихся главной породой, в покрытые лесом земли. Затем появился показатель «ввод молодняков в категорию ценных насаждений», куда стали автоматически относить все указанные площади [11].

Еще в 1959 г. на конференции в Воронеже в докладе об опыте культур дуба в Шиповом лесу мы отмечали, что перевод культур в покрытые лесом земли часто проводится формально, по достижении ими определенного возраста (как правило, 5 лет) и нередко в заглушенном состоянии [1]. На основании проведенных исследований был сделан вывод о том, что дуб введенный на лесосеке, подвергается угрозе заглушения в течение 20 ... 25 лет, пока не выйдет в первый ярус. Весь этот период судьба культур зависит от рубок ухода. Предлагалось осуществлять необходимый контроль за состоянием культур и своевременно проводить рубки ухода до выведения дуба в первый ярус, после чего культуры можно считать благонадежными. Рекомендовалось раз в 5 лет выполнять инвентаризацию культур дуба на лесосеках, разработав для разных возрастов и типов условий произрастания критерии их качества.

Проведенные нами в 1969–1972 гг. массовые обследования культур на вырубках в дубравах Северного Кавказа показали, что 61 % площадей культур, переведенных в покрытые лесом земли, не соответствуют предъявляемым к ним требованиям вследствие низкой сохранности и несомкнутости, заглушены или отстают в росте, главным образом из-за недостаточности лесоводственных уходов. Была установлена высокая сохранность лес-

ных культур на пустырях и полянах и резко уменьшающаяся с возрастом на вырубках: 1–2-летних – 88; 3–5-летних – 61; 14–22-летних – 23 и 23–29-летних – 13 %. Интенсивная гибель культур происходила как раз после передачи их в покрытые лесом земли, вследствие заглушения листовыми породами [3]. Большие масштабы гибели лесных культур на вырубках в сосняках и ельниках от заглушения отмечали также А.Р. Родин [8, 9], С.Г. Сеницын [10], К.Л. Малеев, В.Г. Дерягин, И.Л. Шеванюк [5] и др.

Руководству отрасли давно следовало бы сделать вывод, что на вырубках, зарастающих листовыми породами, передача культур в покрытые лесом земли является лишь этапом, а не целью лесокультурного производства, и последнее нельзя считать законченным, а молодняки хозяйственно ценными насаждениями до выведения главной породы в первый ярус. Однако такой вывод не сделан, и лесные культуры продолжают в массе гибнуть.

Несмотря на недостаточное в последние годы финансирование работ по лесовосстановлению, отсутствие необходимой техники, разрушение лесохозяйственных дорог, отток кадров из-за низкой зарплаты, Министерство природных ресурсов России и его органы на местах отчитываются об успешном выполнении заданий по лесовосстановлению, вводу молодняков в категорию ценных древесных насаждений [6]. Так, по МПР России в 2001 г. при задании 1313 тыс. га введено молодняков в категорию ценных насаждений 1434 тыс. га; в 2002 г. при задании 1280 – 1316 тыс. га. Отмечается, что в необходимом объеме и с требуемой интенсивностью выполнены работы по рубкам ухода в молодняках, но не говорится о площади погибших от заглушения культур, как будто подобные факты не имеют места.

Среди проблем лесного хозяйства наиболее острой является своевременное восстановление дубрав – этой исчезающей жемчужины наших лесов. Площадь дубрав европейской части России в период с 1973 г. по 1998 г. сократилась на 863 тыс. га, или на 20 %, в частности за счет смены пород в результате заглушения лесных культур и семенного подроста дуба.

Большое значение при восстановлении дубрав имеет повышение качества продукции. Деловая древесина дуба применяется главным образом как отделочный материал и ценится в 10 раз дороже дровяной. Особенно возрос спрос на дубовую фанеру. Формирование в жердняковом возрасте прямых, высокоочищенных от сучьев стволов обеспечивает большой выход фанерного кряжа и других ценных сортиментов в возрасте спелости.

Как показывают наши опыты, на качество стволов дуба следует обращать внимание в культурах раннего возраста, при передаче их в покрытые лесом земли. Так, на участках опытных культур дуба различных типов смешения, заложенных нами в 1953 г. на поляне у опушки Шипова леса, использовали желуди, заготовленные в лучших насаждениях, отнесенных позже к плюсовым. Уже в 7-летнем возрасте от 52 до 64 % деревьев дуба имели прямые стволы, в 31-летних культурах насчитывалось от 57 до 78 % деловых стволов, причем рубки ухода не проводились [2]. В 20–30-летних культурах дуба черешчатого, заложенных посевом желудей из низ-

котоварных древостоев в Кропоткинском лесхозе Краснодарского края, деловых стволов на 6 участках насчитывалось всего 5 ... 8 %, хотя культуры росли по I–II классам бонитета. По свидетельству лесничего, 6-летние культуры росли неплохо, но почти все стволы были искривлены.

Чтобы добиться хороших результатов в выращивании культур на вырубках, зарастающих лиственными породами, необходимо:

- 1) усилить контроль за качеством культур, переводимых в покрытые лесом земли;
- 2) лесокультурное производство считать законченным только после выведения культур в верхний ярус;
- 3) систематически, раз в 5 лет, учитывать состояние лесных культур, переданных в покрытые лесом земли;
- 4) разработать и применять моральные и материальные стимулы выращивания высококачественных культур.

С этим предложением руководство отрасли согласилось, и с Россельхозом, а затем Министерством природных ресурсов был заключен договор на проработку в 1999–2001 гг. темы «Исследование состояния лесных культур на вырубках в дубравах после передачи их в покрытые лесом земли и меры по их улучшению» [4].

Обследование состояния лесных культур, переданных в покрытые лесом земли (в возрасте от 7 до 50 лет), выполнено под нашим руководством и с непосредственным участием специальными комиссиями в Краснооктябрьском, Майкопском, Гузерипльском (Республика Адыгея) и Хадыженском (Краснодарский край) лесхозах, всего обследовано 529 участков культур.

По отчетным данным, в Краснодарском крае и Республике Адыгея задания по лесовосстановлению в последние десятилетия успешно выполнялись и перевыполнялись, в необходимом объеме проводились рубки ухода в молодняках. В 2001 г., например, основные работы по лесовосстановлению, посадке и уходу за молодняками полностью выполнены, введено молодняков в категорию ценных древесных насаждений соответственно 1114 и 4309 га, что больше предусмотренного заданием [6]. Следовательно, при обследовании можно было ожидать неплохих результатов, однако эти ожидания не оправдались. В Краснооктябрьском и Майкопском лесхозах культуры на 67 % обследованных участков, введенных в категорию ценных насаждений, погибли полностью, на 20 % оценены как неудовлетворительные и только на 13 % находились в хорошем и удовлетворительном состоянии. В Гузерипльском лесхозе погибло 30 % и в неудовлетворительном состоянии оказались 29 % участков культур; в Хадыженском лесхозе культуры погибли на 33 % участков, в неудовлетворительном состоянии находилось 23 % обследованных культур. В Гузерипльском лесхозе значительный массив молодняков (67 кварталов) не был обследован из-за разрушения дороги в результате мощного оползня. По данным лесоустройства 1998 г., здесь находилось 80 участков культур ценных пород (360 га), из них на 39 участках культуры погибли, на 19 находились в неудовлетворительном состоянии, на

| | того, скаль- ного, Гартвиса | | череш- чатый, скаль- ный | | | | | тана | обык- новен- ной и крым- ской | | |
|----|--------------------------------------|------|-----------------------------------|------|------|------|-----|------|---|------|-----|
| 10 | 3,7 | 5,5 | 6,2 | 6,7 | 8,0 | 4,6 | 5,6 | 6,2 | 5,1 | 4,8 | 4,6 |
| 15 | 6,3 | 8,1 | 7,6 | 8,7 | 11,1 | 7,0 | 7,4 | 9,9 | 8,2 | 7,0 | 6,1 |
| 20 | 8,7 | 10,8 | 10,3 | 10,3 | 14,3 | 9,7 | 8,6 | 13,4 | 13,1 | 8,9 | 7,3 |
| 25 | 11,2 | 14,2 | 13,0 | 11,4 | 16,6 | 11,6 | 9,8 | 16,9 | – | 11,3 | 7,7 |
| 30 | 13,5 | – | 15,4 | 12,3 | 18,6 | – | – | – | – | – | – |

Таблица составлена на основании замеров высот деревьев на 290 пробных площадях, заложенных в лесхозах Краснодарского края и Республики Адыгея на участках молодняков естественного происхождения и частичных культур разного возраста, не испытавших значительного угнетения. Из таблицы видно, что на вырубках, зарастающих кленами, производство культур местных видов дуба можно завершить в 20, при зарастании грабом – в 25 лет. Дуб порослевой и в 30 лет опережает культуры местных видов дуба. Чтобы к этому сроку вывести культуры в верхний ярус, следует при прочистках и первых прореживаниях выбирать наиболее рослые порослевые деревья дуба невысокого качества. При зарастании вырубок осинкой, кроме коридорного ухода, потребуются ее вырубать в междурядьях 2-3 раза. Культуры каштана съедобного при зарастании вырубок порослевым дубом и липой обгоняют их в росте в 15 лет, это срок законченного лесокультурного производства; в быстрорастущих осинниках для выведения культур каштана в первый ярус и завершения лесокультурного производства потребуется 25 лет. Культуры дуба красного (бореального) в 15 лет опережают в росте липу, клены, дуб порослевой, догоняют граб, поэтому производство культур дуба красного можно завершить в этом возрасте.

Культуры сосны обыкновенной и крымской в сухих типах дубняков (D_1 , C_1) обладают большой силой роста. На вырубках, зарастающих порослевым дубом и грабом, сосну можно вывести в первый ярус в 10 ... 15 лет, проведя 4 коридорных ухода.

Всего из обследованных за 3 года 529 участков лесных культур, переведенных в покрытые лесом земли, только на 76 культуры выведены в первый ярус, причем к лучшим (1- и 2-го классов качества) отнесены 37 участков культур дуба (черешчатый, скальный, красный), каштана съедобного, сосны обыкновенной и крымской, за которыми своевременно проводились агротехнические и лесоводственные уходы.

С выходом культур в верхний ярус завершается процесс лесокультурного производства, культуры приобретают устойчивость, их рост усиливается настолько, что они способны даже без вмешательства человека образовывать устойчивые насаждения. То же относится к естественному возобновлению главных пород. Поэтому ввод молодняков в категорию ценных насаждений должен производиться после выведения в первый ярус культур или

высококачественных естественных молодняков главных пород, из которых можно сформировать высокотоварные древостои.

В результате многолетних исследований (1960–2001 гг.) разработаны «Рекомендации по повышению эффективности лесных культур на вырубках в дубравах после передачи их в покрытые лесом земли» [7]. В них изложены: методика определения сроков завершеного лесокультурного производства; проектирование и выращивание ценных интродуцентов на вырубках; методика проведения единовременного учета лесных культур; моральные и материальные стимулы выращивания высококачественных культур. В приложениях представлены разработанные впервые в лесокультурной практике требования к качеству культур дуба черешчатого, скального, Гартвиса, красного (бореального); каштана съедобного, сосны обыкновенной и крымской в возрасте от 5...7 до 25 лет. В табл. 2 в качестве примера приведены требования к качеству культур дуба красного после передачи в покрытые лесом земли (свежие и влажные дубравы и судубравы, размещение рядов через 5 м).

Следует рассмотреть возможность распространения принципиальных положений данных рекомендаций на равнинные дубравы, а также формации сосновых и еловых лесов, где вырубки зарастают быстрорастущими лиственными породами. Для этого необходимо разработать региональные

Таблица 2

Требования к качеству частичных рядовых культур дуба красного

| Возраст, лет | Наличие здоровых нормально развитых деревьев (не менее), шт. | | Средняя высота (не менее), м, для классов качества | | Наличие прямых стволов (не менее), %, для классов качества | | Процент участия культур в составе насаждения |
|--------------|--|--|--|------|--|----|--|
| | на 100 м ряда | на 1 га при размещении рядов через 5 м | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| 7 | 85 | 1700 | 3,6 | 3,0 | 50 | 35 | 40 |
| 10 | 77 | 1540 | 5,5 | 4,6 | 50 | 35 | 50 |
| 15 | 66 | 1320 | 8,1 | 6,8 | 60 | 40 | 60 |
| 20 | 53 | 1060 | 10,8 | 9,0 | 63 | 46 | 65 |
| 25 | 41 | 820 | 14,2 | 11,8 | 65 | 50 | 65 |

Примечания. 1. Количество деревьев в культуре на 1 га при размещении рядов через 6, 7, 8 м будет меньше соответственно в 1,2; 1,4 и 1,6 раза. 2. Для 20–25-летних культур вместо наличия прямых стволов указан процент деловых стволов. 3. Сомкнутость крон в рядах культур во всех возрастах не менее 0,7.

критерии качества культур. Внедрение рекомендаций будет способствовать выведению каждого участка культур в верхний ярус формирующихся насаждений, что предотвратит нежелательную смену пород, повысит качество выращиваемых лесов. Лесоводы, чьи имена будут присвоены лучшим культурам, получат материальное поощрение и моральное удовлетворение, что

повысит престиж и привлекательность творческой созидательной профессии лесоведа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алентьев П.Н.* Опыт культур дуба в Шиповом лесу / П.Н. Алентьев // Науч. зап. Воронеж. ЛТИ. – Воронеж: Изд. Воронеж. ун-та, 1960. – Т. 20. – С. 192–211.
2. *Алентьев П.Н.* Особенности роста и формирования чистых и смешанных культур дуба / П.Н. Алентьев // Лесоведение. – 1987. – № 6. – С. 13–18.
3. *Алентьев П.Н.* Проблемы восстановления и выращивания дубрав / П.Н. Алентьев. – Майкоп, 1990. – 225 с.
4. *Алентьев П.Н.* Состояние лесных культур на вырубках в дубравах и меры по их улучшению / П.Н. Алентьев // Лесн. хоз-во. – 2001. – № 4. – С. 21–23.
5. *Малеев К.И.* Лесные культуры и состояние лесовосстановления в Пермской области / К.И. Малеев, В.Г. Дерягин, И.Л. Шеванюк [и др.]. // Лесн. хоз-во. – 1998. – № 2. – С. 32–34.
6. Отчет о работе Государственной лесной службы за 2001 г. – М.: МПР России, 2002. – 75 с.
7. Рекомендации по повышению эффективности лесных культур на вырубках в дубравах после передачи их в покрытые лесом земли УПР по Краснодарскому краю, УПР по Республике Адыгея. – Майкоп: Майкоп. гос. технологич. ин-т, 2002. – 36 с.
8. *Родин А.Р.* Вопросы теории искусственного лесовосстановления / А.Р. Родин // Лесн. хоз-во. – 1977. – № 10. – С. 15–19.
9. *Родин А.Р.* Теоретические и практические аспекты повышения эффективности и качества искусственного лесовосстановления / А.Р. Родин // Лесн. хоз-во. – 1986. – № 1. – С. 32–37.
10. *Синицын С.Г.* Современные проблемы организации лесовосстановления / С.Г. Синицын // Лесн. хоз-во. – 1989. – С. 6–11.
11. Технические указания по проведению инвентаризации лесных культур, защитных лесных насаждений, питомников, площадей с проведенными мерами содействия естественному возобновлению леса и вводу молодняков в категорию ценных древесных насаждений / Госкомитет СССР по лесу. – М., 1990. – 80 с.

Майкопский государственный
технологический институт

Поступила 12.05.04

P.N. Alentjev

Problems of Increasing Efficiency of Forest Cultures on Cleared Space Overgrown by Deciduous Species

Results of over-year studies of forest cultures on cleared space in oak forests after their transfer into forest-covered areas are given. The qualitative productivity of oak stands is paid attention to.

УДК 630* 181.36:630*232.429.49: 631.316.6

Л.И. Майоров

Майоров Лев Ильич родился в 1919 г., окончил в 1958 г. Сибирский лесотехнический институт. Имеет более 140 печатных работ в области технологии, механизации и автоматизации лесохозяйственных, лесокультурных работ, организации и эксплуатации машинно-тракторного парка.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАЗМЕЩЕНИЯ КОРНЕЙ СОСНЫ И ЕЛИ В КУЛЬТУРАХ

Изложены результаты определения углов заглубления верхних граничных линий двух видов контуров размещения корней во взаимно перпендикулярных плоскостях в трехлетних культурах сосны и ели, высаженных ручным и машинным способами.

Ключевые слова: рядовые культуры, размещение корней, безопасная глубина обработки почвы.

В Татарской ЛОС накоплен опыт создания плантаций тополей, ив, сосны и ели [4, 5]. При обработке почвы в плантациях, особенностью которых является равномерное размещение растений, можно за один проход тракторного агрегата осуществить уход как в междурядьях, так и между отдельными растениями в рядах.

По вопросам развития и роста корневых систем лесных культур опубликовано значительное количество работ [5–9], тем не менее целесообразно выявить верхние границы контуров площадей наибольшего размещения корней сосны и ели трехлетнего возраста в поперечной и продольной плоскостях к ряду, высаженных машинным и ручным способами. Эти данные позволяют уточнить конфигурацию и размеры индивидуальной защитной зоны (ИЗЗ), а также назначить оптимальную глубину безопасной обработки почвы в ряду в первые 3–4 года.

С этой целью в конце мая – начале июня проводили раскопки корневых систем в трехлетних культурах ели и сосны, созданных на супесчаной среднеподзолистой почве (кв. 30 и 43 Айшинского лесничества Зеленодольского опытно-производственного лесхоза). Сеянцы сосны были высажены машиной СБН-1 через 0,75 м в ряду, ели – под меч Колесова, по шнуру, через 1 м. По обе стороны растений укладывали на поверхность почвы, поперек ряда, две рейки (120×3×2 см), посередине которых (с одной из сторон) прикрепляли отрезки пористой резины (10×5 см) для предохранения от механического повреждения коры стволиков при фиксации их с помощью П-образных скоб, сжимающих рейки за пределами прокладок. Совочком и конусообразным прутиком освобождали корневую систему от почвы со всех сторон. С внешней стороны одной из реек устанавливали вертикально металлический лист (80 × 50 см) с наклеенной миллиметровкой, чтобы его верхняя кромка была приложена к кромке узкой плоскости рейки; с внешней стороны противоположной рейки располагали металлическую рамку

такого же размера с натянутой сеткой с ячейками $0,5 \times 0,5$ см. В итоге корневая система уплотнялась в интервале шириной 5 см.

На миллиметровке цветным карандашом наносили пунктиром границы условных контуров размещения корней: по концам самых длинных (внешний контур) и по границам площади, наиболее насыщенной корнями (внутренний контур). Затем лист и рамку убирали, корневую систему вновь осторожно засыпали выбранной почвой, постепенно уплотняя ее, стволы освобождали от сжимающих реек.

При продольном картировании аналогичных контуров рейки укладывали вдоль ряда, а для уменьшения выбора почвы и засыпания «котлованчика» применяли переносные металлические щитки размером 100×50 см с приваренными в нижней части заостренными прутками длиной 15 см. Периферийные точки каждого из контуров соединяли замкнутой линией. Размеры полученных площадей определяли планиметром. Всего записано 27 поперечных и 9 продольных контуров.

Из точек пересечения стволиков растений с поверхностью почвы проводили наклонные линии, соприкасающиеся с соответствующими вершинами верхних углов каждого из контуров. Углы, образованные этими граничными линиями с поверхностью почвы, условно называли углами заглубления (α) верхних границ тех или иных контуров.

На рис. 1 и 2 в качестве иллюстрации приведены средние значения контуров площадей, занятых корнями. Для ели площадь внешнего контура в поперечной к ряду плоскости составила 93, внутреннего 53 см², для сосны 120 и 53 см²; в плоскости ряда культур: для ели 93 и 80 см², для сосны 363 и 20 см².

Из рис. 1 следует, что углы заглубления контуров, наиболее насыщенных корнями, у ели значительно меньше (28° и 20°), чем у сосны (52° и 42°). Это можно объяснить воздействием уплотняющих катков лесопосадочной машины, несравнимым с воздействием ноги рабочего при уплотнении посадочной щели.

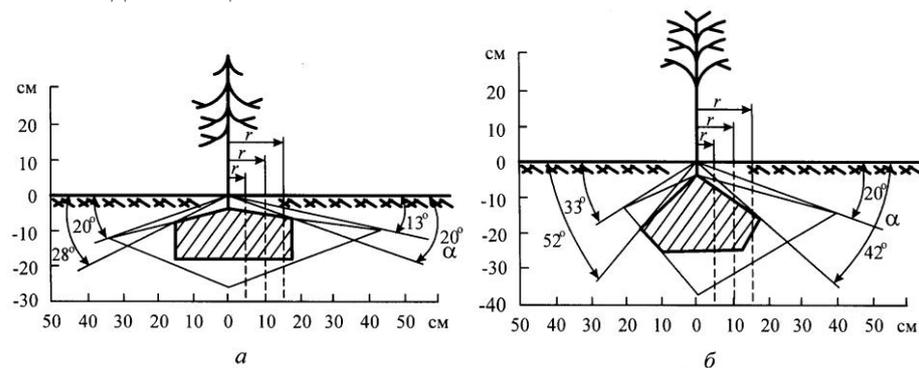


Рис. 1. Поперечные микропрофили контуров площадей размещения корней ели (а) и сосны (б): r – радиус ИЗЗ; заштрихована площадь, наиболее насыщенная корнями

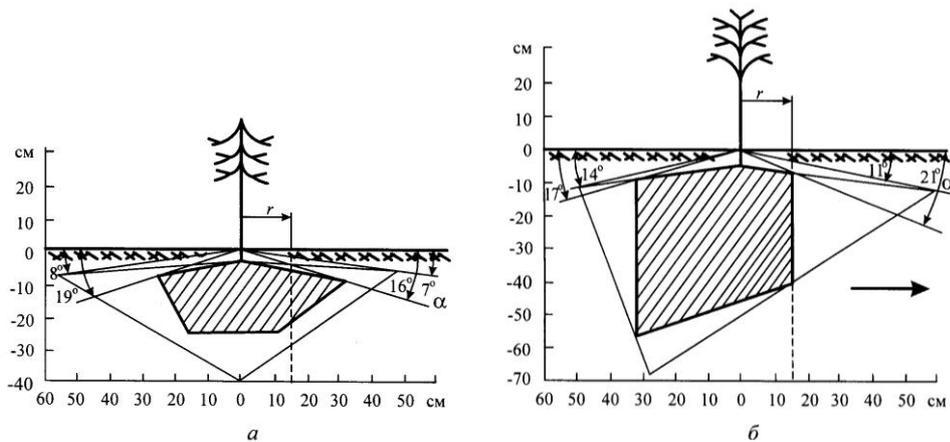


Рис. 2. Продольные микропрофили контуров размещения корней ели (а) и сосны (б). Обозначения см. на рис. 1.

Нижняя точка внешнего контура сосны закономерно размещается глубже, а некоторая асимметричность его является следствием неправильной регулировки вертикальных тяг навесной системы трактора. У ели внешний контур более симметричен в связи с одинаковой плотностью почвенной среды во взаимно перпендикулярных направлениях, не нарушенной в ходе ручной посадки, и расширяется в обе стороны ряда почти в одинаковом по толщине слое почвенного горизонта. Углы же заглубления верхних границ внешних контуров у ели 20 и 13°, у сосны 33 и 20°.

В размещении корней ели в продольной плоскости заметны последствия уплотнения стенок борозды, образованной клиновидно-коробчатым сошником, что обусловило преимущественное размещение обоих видов контуров вглубь относительно поверхности почвы и некоторое смещение назад (направление движения машины показано стрелкой). При ручной посадке ели оба вида контуров распространяются более равномерно. Углы заглубления верхних границ площадей размещения корней различаются незначительно: у ели 8 и 7°, у сосны 14 и 11°. Сближение значений можно объяснить тем, что между уплотняющими катками машины имеется просвет шириной 100 мм и в этой полосе, менее подверженной уплотнению, часть корней занимает поверхностное положение.

В специальной литературе мы не встретили сведений об аналогичных исследованиях. Однако угол заглубления в плоскости, поперечной к ряду контуров площадей, наиболее насыщенных корнями (внутренние контуры), будет определяющим фактором при назначении двух основных технологических параметров процесса обработки почвы в ряду растений: глубины обработки (h) и радиуса (r) ИЗЗ, ибо именно их соотношение определяется тангенсом угла α .

| Угол заглаб- ления α , град | tg α | Безопасная глубина обработки, см, в зависимости от радиуса ИЗЗ, см | | | | |
|---------------------------------------|-------------|--|------|------|------|------|
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 5 | 0,0875 | 0,4 | 0,9 | 1,3 | 1,8 | 2,2 |
| 10 | 0,1763 | 0,9 | 1,8 | 2,7 | 3,5 | 4,4 |
| 15 | 0,2679 | 1,03 | 2,7 | 4,1 | 5,4 | 6,7 |
| 20 | 0,3640 | 1,08 | 3,6 | 5,5 | 7,3 | 9,1 |
| 25 | 0,4563 | 2,3 | 4,7 | 7,0 | 9,3 | 11,7 |
| 30 | 0,5774 | 2,9 | 5,8 | 8,7 | 11,6 | 14,4 |
| 35 | 0,7002 | 3,5 | 7,0 | 10,5 | 14,0 | 17,5 |
| 40 | 0,8391 | 4,2 | 8,4 | 12,5 | 16,8 | 21,0 |
| 45 | 1,0000 | 5,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 25,0 |

В таблице приведены расчетные данные безопасной глубины обработки почвы в зависимости от угла в поперечной к ряду растений плоскости.

Вполне естественно, что корневая система растения не может адекватно повторять профиль размещения ее контуров относительно предыдущего или последующего экземпляра той же породы, что обусловлено рядом естественных неповторимых особенностей, присущих каждому «микроареалу» корневой системы. Поэтому допустимо взять средние значения углов заглабления контуров площадей, наиболее насыщенных корнями: для ели – $23^{\circ}30'$, для сосны – 46° . Воспользовавшись табличными значениями тангенсов этих углов, получим среднюю безопасную глубину обработки для трех ступеней r (5, 10 и 15 см): для ели – 2, 4 и 7 см, для сосны 5, 1 и 15 см. В продольной к ряду плоскости значения углов заглабления аналогичных контуров площадей корней как ели (15 и 16°), так и сосны (15 и 20°) сближаются. Они значительно меньше, чем в поперечной к ряду плоскости, и безопасная глубина обработки может назначаться только при $r = 15$ см.

Установленная связь позволяет назначить наиболее безопасную глубину обработки в зависимости от породы, возраста культур и способа посадки.

Индивидуальная защитная зона в плане должна иметь эллипсоидную конфигурацию, причем малая ось ($r + r$) изменяется от 5 до 30 см, а большая постоянна с учетом возможных отклонений фактического шага посадки от установочного [10]. Последние требования решены конструктивно путем включения специального устройства [2] в систему привода движения рабочих органов новой машины, предназначенной для одновременной обработки почвы как в ряду между растениями, так и по обе стороны ряда за один проход тракторного агрегата [1, 3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 683656 СССР, МКИ² А 01 В 35/18. Культиватор-полольник / Л.И. Майоров (СССР). – № 1039435/30-15; заявл. 19.11.65; опубл. 05.09.79, Бюл. № 33. – 4 с.

2. А.с. 898187 СССР, МКИ³ F 16 Н 25/10. Кулачковый механизм / Л.И. Майоров (СССР). – № 2931440/25-28; заявл. 25.04.80; опубл. 15.01.82, Бюл. № 2. – 176 с.
3. А.с. 1419537 СССР, МКИ⁴ А 01 В 33/06. Почвообрабатывающий рабочий орган / Л.И. Майоров (СССР). – № 4174992/30-15; заявл. 14.10.86; опубл. 30.08.88, Бюл. № 32. – 4 с.
4. *Веткасов В.К.* Влияние способов обработки почвы на качество культур ели / В.К. Веткасов, Л.И. Майоров, Н.А. Миронов // Лесн. хоз-во. – 1996. – № 1. – С. 36.
5. *Волкорезов В.И.* Корневые системы сосны обыкновенной в елово-сосновых лесах юго-западной части Горьковской области / В.И. Волкорезов // Лесн. журн. – 1978. – № 5. – С. 142–146. – (Изв. высш. учеб. заведений).
6. *Гуль Л.П.* Искусственное восстановление на вырубках в ельнике южно-таежной зоны хвойных лесов Хабаровского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Л.П. Гуль – Л., 1979.
7. *Калинин М.И.* Формирование корневых систем деревьев / М.И. Калинин. – М.: Лесн. пром-сть, 1985.
8. *Касимов А.К.* Развитие корневых систем в посадках и посевах при механической обработке почвы / А.К. Касимов // Лесн. журн. – 1995. – № 2-3. – С. 30–38. – (Изв. высш. учеб. заведений).
9. *Колесников Б.А.* Метод изучения корневых систем древесных растений / Б.А. Колесников. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1972.
10. *Майоров Л.И.* Исследования характера размещения саженцев в ряду лесных культур / Л.И. Майоров // Лесоводство и агролесомелиорация. – Кишинев: Картя Молдовеняска, 1976. – С. 35–48.

Татарская ЛОС ВНИИЛМ

Поступила 20.02.04

L.I. Majorov

Practical Relevance of Allocation of Pine and Spruce Roots in Cultures

The results of determining embedding angles for top boundary lines of two contour types of roots allocation in mutually perpendicular plates for triennial pine and spruce cultures planted manually and by machine are provided.





УДК 630*387.33

А.А. Митрофанов

Митрофанов Александр Александрович родился в 1941 г., окончил в 1964 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водного транспорта леса и гидравлики Архангельского государственного технического университета, академик РАЕН. Имеет более 190 печатных работ в области гидродинамики взаимодействия плохообтекаемых тел с жидкостью, механики грунтов, научного обоснования и разработки новых экологически защищенных технологий водного транспорта леса по рекам с недостаточными глубинами.



О ТОЧНОСТИ РАСЧЕТА ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОТОВ ПО РАЗНЫМ МЕТОДИКАМ*

Рассмотрены разные методики расчета инерционных характеристик плотов. Выполнены и проанализированы сравнительные расчеты.

Ключевые слова: нестационарность, масса, поток, скорость, сопротивление, торможение, разгон, остановка.

В работе [6], опубликованной в порядке обсуждения, сделана попытка доказать, что наиболее надежная методика расчета инерционных характеристик плотов разработана автором статьи М.М. Овчинниковым. Анализ представленных в этой статье материалов и первоисточников, в которых изложены результаты исследований В.А. Щербакова [10], и наши разработки [3, 4] позволяют усомниться в правильности сделанных выводов.

Следует отметить, что при сравнительном анализе авторы пользовались не первоисточниками, в которых изложена наша методика, например [3] (хотя последняя приведена в списке литературы к статье [6]), а работой [9] других авторов, которые применили наши исследования для решения задачи разработки средств остановки плотов, к сожалению, с ошибками. В результате и в обсуждаемой статье [6] эти расчетные зависимости приведены с ошибками (формулы (9), (16), (19), (22), (25), (27), (28)). К сожалению, также с ошибками авторы статьи [6] привели и свои расчетные формулы (20), (26), что вызвало неточности при анализе материалов наших исследований [4].

* Работа выполнена по гранту № ТО2 – 11.2 – 1183 Министерства образования РФ и публикуется в порядке обсуждения проблемы.

Исследования В.А. Щербакова [10] сыграли большую роль в изучении рассматриваемого вопроса, но они базируются на недостаточном экспериментальном материале и поэтому не претендуют на высокую точность результатов. Тем не менее мы своевременно, обосновав свои выводы [3], сделали сравнительный анализ с данными В.А. Щербакова [10]. К сожалению, авторы статьи [6] в своих выводах [5] не проанализировали наших результатов [3] и, более того, не привели ни одной ссылки на наши работы, чем, естественно, ввели в заблуждение научную общественность по сути данной проблемы. Не вдаваясь в дальнейшую полемику, считаем необходимым, в частности и в связи с публикацией статьи [6], выполнить такой анализ.

Поскольку в работах [6, 10] рассмотрен один случай неустановившегося движения плотов – торможение в речном потоке постоянной силой, обратимся именно к нему. Более широкий круг возможных ситуаций неустановившегося движения плотов рассмотрен нами в работе [4].

Дифференциальное уравнение торможения плота в речном потоке постоянной силой имеет вид

$$M_d = \frac{dV}{dt} + M_b \frac{dV}{dt} = -\lambda \frac{dV}{dt} \pm R \pm \Delta R_{\text{нест}} + R_i \pm R_b - F, \quad (1)$$

где M_d – масса древесины плота;

M_b – масса воды в пустотах плота, участвующая в движении;

λ – присоединенная масса плота;

$\frac{dV}{dt}$ – ускорение движения плота, где V – техническая скорость,

t – время движения плота;

R – сопротивление воды равномерному движению плота;

$\Delta R_{\text{нест}}$ – дополнительное сопротивление, вызываемое нестационарностью движения;

R_i, R_b – силы влечения плота от уклона и ветра;

F – сила торможения плота.

Подробное обоснование структуры уравнения (1), имеющее принципиальное значение для понимания физической сути рассматриваемого процесса, сделано нами в работах [3, 4] и здесь, для сокращения выкладок, не приводится. Отметим только, что при обработке результатов экспериментальных исследований все параметры, включая M_b , λ и $\Delta R_{\text{нест}}$, были определены количественно и оценены качественно.

Учитывая большую сложность решения уравнения (1) при учете M_b , λ и $\Delta R_{\text{нест}}$ в чистом виде, мы, без потери точности расчета инерционных характеристик, объединили их в общий коэффициент n :

$$n = \frac{\lambda + M_b \pm \Delta R_{\text{нест}}}{M_d} \cdot \frac{dV}{dt}. \quad (2)$$

В результате дифференциальное уравнение (1) принимает вид

$$M_d (1 + n) \frac{dV}{dt} = \pm R + R_i \pm R_b - F. \quad (3)$$

Расчетные зависимости для определения n были получены нами экспериментальным путем на моделях и проверены в натуральных условиях. Для случая торможения плота относительно речного потока значения n приняты постоянными – \tilde{n} . Их находят по формуле

$$\tilde{n} = -0,137 + 0,413 \frac{B_n}{\sqrt[3]{\frac{\rho_d}{\rho} B_n L_n T_n}} + 27,164 \exp\left(-\frac{4,605 B_n}{\sqrt[3]{\frac{\rho_d}{\rho} B_n L_n T_n}}\right), \quad (4)$$

где B_n , L_n , T_n – ширина, длина и осадка плота;

ρ_d , ρ – плотность древесины и воды.

Для случая разгона плота относительно речного потока коэффициент n является переменной величиной и определяется по формуле

$$n = n_1 + n_2 \frac{V_n - V}{V_p}, \quad (5)$$

$$\text{где } n_1 = 0,469 \frac{B_n}{\sqrt[3]{\frac{\rho_d}{\rho} B_n L_n T_n}} - 0,369; \quad (6)$$

$$n_2 = 0,564 \frac{B_n}{\sqrt[3]{\frac{\rho_d}{\rho} B_n L_n T_n}} + 0,648; \quad (7)$$

V_n – скорость речного потока;

V_p – условная скорость равномерного движения, которую теоретически может достичь плот в конце разгона под действием постоянной внешней силы,

$$V_p = \sqrt{\frac{F - R_i \pm R_b}{r}}. \quad (8)$$

Здесь r – приведенное сопротивление воды равномерному движению плота, определяемое из выражения

$$R = rV_0^2, \quad (9)$$

где V_0 – скорость движения плота относительно речного потока.

Полученные нами экспериментальные значения r для пучковых сортиментных плотов [4] хорошо совпадают с результатами, вычисленными по формулам В.Н. Худоногова [8] и формуле ЦНИИЛесосплава [1], имеющей вид

$$R = rV_0^2 = [50 B_n T_n + 0,3 L_n (B_n + 2T_n)] g V_0^2, \quad (10)$$

где g – ускорение свободного падения.

Данное обстоятельство дает в первом приближении основание рекомендовать эти формулы для определения r при расчетах остановки плотов, когда нет влияния движителя и ограниченности потока.

Зависимости, рекомендуемые М.М. Овчинниковым [5], дают существенно завышенные значения r по сравнению с определенными по формуле (10) и практически совпадающие с результатами вычислений по формуле ЦНИИЛесосплава, приведенной в работах [2, 7] и имеющей вид

$$R = [\xi 0,84 B_n T_n + 0,009 L_n (B_n + 2T_n)] \frac{\rho}{2} V_0^2 = rV^2, \quad (11)$$

где ξ – коэффициент сопротивления, зависящий от отношения B_n/T_n .

Факт завышения результатов определения величины r по формуле (11) можно, по-видимому, объяснить тем, что она учитывает влияние движителя буксировщика и ограниченность потока жидкости и предназначена, следовательно, для транспортных расчетов. Этот вывод подтверждается и данными справочника [1].

В своей работе мы не делаем окончательных выводов о методике определения величины r , так как такая цель не ставилась при выполнении исследований. Данная проблема является темой отдельной полемики. В дальнейших расчетах, чтобы обеспечить единый подход, при определении r для плотов мы применили методику М.М. Овчинникова [5], так как результаты вычислений по ней хорошо согласуются с данными, полученными по формуле (11), а последняя в лесосплавной науке [7] принята за основную для транспортных расчетов.

С учетом сделанных пояснений дифференциальные уравнения торможения плота в речном потоке на первом и втором этапах остановки по нашей методике принимают вид:

$$M_d (1 + \tilde{n}) \frac{dV}{dt} = -r(V - V_n)^2 - R_\Sigma; \quad (12)$$

$$M_d (1 + n_1 + n_2(V_n - V) \sqrt{\frac{r}{R_\Sigma}}) \frac{dV}{dt} = r(V_n - V)^2 - R_\Sigma, \quad (13)$$

где

$$R_\Sigma = F - R_i \pm R_b. \quad (14)$$

По методике В.А. Щербакова [10], аналогичные уравнения, при наших обозначениях, имеют вид:

$$M_n \frac{dV}{dt} = -r(V - V_n)^2 - R_\Sigma; \quad (15)$$

$$M_n \frac{dV}{dt} = r(V_n - V)^2 - R_\Sigma, \quad (16)$$

где M_n – действующая масса плота, по рекомендациям В.А. Щербакова, $M_n = 0,84 \rho L_n B_n T_n$.

М.М. Овчинников также принимает действующую массу плота на обоих этапах остановки постоянной [5] и рекомендует находить ее по формулам:

на первом этапе

$$M_{\text{п}} = M_{\text{д}} + 0,24\rho L_{\text{п}} B_{\text{п}} T_{\text{п}}; \quad (17)$$

на втором этапе

$$M_{\text{п}} = M_{\text{д}} + \Omega \rho L_{\text{п}} B_{\text{п}} T_{\text{п}}, \quad (18)$$

где Ω – постоянный коэффициент, определяется по графикам работы [5] в зависимости от коэффициента запаса тормозной силы k ,

$$k = \frac{F - R_i \pm R_{\text{в}}}{rV_{\text{п}}^2}. \quad (19)$$

Все приведенные дифференциальные уравнения решаются в элементарных функциях.

Так как из инерционных характеристик плота важнейшей является путь торможения, то для сравнительного анализа приводим в наших обозначениях расчетные формулы для определения пути торможения на первом и втором этапах: по нашей методике – S_1, S_2 ; по методике В.А. Щербакова – S'_1, S'_2 , по М.М. Овчинникову – S''_1, S''_2 :

$$S_1 = \frac{M_{\text{д}}(1 + \tilde{n})}{2r} \left[\ln \left(1 + \frac{(m-1)^2}{k} \right) + \frac{2}{\sqrt{k}} \operatorname{arctg} \frac{m-1}{\sqrt{k}} \right]; \quad (20)$$

$$S_2 = \frac{M_{\text{д}}}{2r\sqrt{k}} \left[-2n_2 - ((1 + n_1)\sqrt{k} - n_2) \ln \frac{k}{k-1} + (1 + n_1 - n_2\sqrt{k}) \ln \frac{\sqrt{k} + 1}{\sqrt{k} - 1} \right]; \quad (21)$$

$$S'_1 = \frac{0,84\rho L_{\text{п}} B_{\text{п}} T_{\text{п}}}{2r} \left[\ln \left(1 + \frac{(m-1)^2}{k} \right) + \frac{2}{\sqrt{k}} \operatorname{arctg} \frac{m-1}{\sqrt{k}} \right]; \quad (22)$$

$$S'_2 = \frac{0,84\rho L_{\text{п}} B_{\text{п}} T_{\text{п}}}{2r} \left(\frac{1}{\sqrt{k}} \ln \frac{\sqrt{k} + 1}{\sqrt{k} - 1} - \ln \frac{k}{k-1} \right); \quad (23)$$

$$S''_1 = \frac{M_{\text{д}} + 0,24\rho L_{\text{п}} B_{\text{п}} T_{\text{п}}}{2r} \ln \left(1 + \frac{(m-1)^2}{k} \right) + \frac{M_{\text{д}} + 0,17\rho L_{\text{п}} B_{\text{п}} T_{\text{п}}}{r\sqrt{k}} \operatorname{arctg} \frac{m-1}{\sqrt{k}}; \quad (24)$$

$$S''_2 = \frac{M_{\text{д}} + \Omega\rho L_{\text{п}} B_{\text{п}} T_{\text{п}}}{2r} \ln \frac{k-1}{k} + \frac{M_{\text{д}} + \omega\rho L_{\text{п}} B_{\text{п}} T_{\text{п}}}{2r\sqrt{k}} \ln \frac{\sqrt{k} + 1}{\sqrt{k} - 1}, \quad (25)$$

где ω – коэффициент, определяемый по [5].

В формулах (20)–(25) $m = \frac{V_{\text{н}}}{V_{\text{п}}}$ ($V_{\text{н}}$ – техническая скорость плота, при которой включаются в работу тормозные средства).

Результаты вычисления пути плота по разным методикам для трех плотов с параметрами, приведенными в табл. 1, даны в табл. 2–4.

При расчетах принято $m = 1,4$; $V_{п} = 1,0$ м/с, коэффициент r определен по формулам М.М. Овчинникова [5]. Масса плотов найдена по выражению $M_{д} = \rho_{д}\eta B_{п}L_{п}T_{п}$, где $\rho_{д} = 860$ кг/м³, а коэффициент полндревесности η (по рекомендациям [7]) для плотов № 1, 3 принят равным 0,45, для плота № 2 – 0,42.

Проанализируем результаты вычисления значений инерционных характеристик плотов по разным методикам (табл. 2–4). Вначале рассмотрим

Таблица 1

Параметры плотов

| Номер плота | Размер плота, м | | | $M_{д} \cdot 10^{-7}$, кг | $r \cdot 10^{-5}$, Н · с ² /м ² | \tilde{n} | n_1 | n_2 |
|----------------|-----------------|---------|---------|-------------------------------|---|-------------|-------|-------|
| | $L_{п}$ | $B_{п}$ | $T_{п}$ | | | | | |
| 1 | 415 | 80 | 1,6 | 2,058 | 2,327 | 0,788 | 0,680 | 1,946 |
| 2 | 460 | 54 | 1,6 | 1,436 | 1,656 | 0,563 | 0,411 | 1,586 |
| 3 | 650 | 33 | 1,6 | 1,328 | 1,231 | 0,503 | 0,132 | 1,250 |

Таблица 2

Результаты вычислений пути торможения плотов по формулам (20), (21)

| k | S_1 , м, для плотов | | | S_2 , м, для плотов | | |
|-----|-----------------------|------|------|-----------------------|-------|-------|
| | № 1 | № 2 | № 3 | № 1 | № 2 | № 3 |
| 1,1 | 65,7 | 56,3 | 67,3 | 125,8 | 102,7 | 101,9 |
| 1,2 | 60,4 | 51,8 | 62,0 | 109,2 | 94,3 | 87,9 |
| 1,4 | 52,1 | 44,7 | 53,4 | 85,5 | 77,8 | 69,6 |
| 1,6 | 45,8 | 39,3 | 47,0 | 71,3 | 58,3 | 57,9 |
| 1,8 | 40,9 | 35,0 | 41,9 | 61,0 | 49,9 | 49,6 |

Таблица 3

Результаты вычислений пути торможения плотов по формулам (22), (23)

| k | S'_1 , м, для плотов | | | S'_2 , м, для плотов | | |
|-----|------------------------|------|------|------------------------|-------|-------|
| | № 1 | № 2 | № 3 | № 1 | № 2 | № 3 |
| 1,1 | 79,6 | 83,7 | 97,2 | 111,7 | 117,5 | 136,4 |
| 1,2 | 73,3 | 77,1 | 89,5 | 98,6 | 98,1 | 120,4 |
| 1,4 | 63,2 | 66,4 | 77,2 | 80,7 | 84,8 | 98,5 |
| 1,6 | 55,6 | 58,4 | 67,8 | 68,6 | 72,1 | 83,8 |
| 1,8 | 49,6 | 52,1 | 60,5 | 59,8 | 62,9 | 73,0 |

Таблица 4

Результаты вычислений пути торможения плотов по формулам (24), (25)

| k | S''_1 , м, для плотов | | | S''_2 , м, для плотов | | |
|-----|-------------------------|------|------|-------------------------|------|------|
| | № 1 | № 2 | № 3 | № 1 | № 2 | № 3 |
| 1,1 | 53,9 | 54,7 | 65,8 | 80,7 | 81,6 | 99,0 |
| 1,2 | 49,6 | 49,8 | 60,6 | 76,7 | 77,5 | 93,7 |
| 1,4 | 42,8 | 42,9 | 52,2 | 64,9 | 65,6 | 79,2 |
| 1,6 | 37,6 | 37,8 | 45,9 | 49,8 | 50,1 | 60,7 |
| 1,8 | 33,6 | 33,7 | 41,0 | 43,1 | 36,0 | 52,6 |

соотношение гидродинамических и инерционных характеристик для плотов разных размеров при неустановившихся режимах движения. Предположим условно, что масса плота в течение всего процесса неустановившегося движения, как это принято в работах [5, 6, 10], остается постоянной. Пусть у двух плотов одинаковы масса $M_{п1} = M_{п2}$, площадь в плане $S_{п1} = S_{п2}$ и осадка $T_{п1} = T_{п2}$. Для этих плотов могут быть разными соотношения $B_{п}/L_{п}$. Примем $\frac{B_{п1}}{L_{п1}} > \frac{B_{п2}}{L_{п2}}$. Тогда $r_1 > r_2$, и, при одинаковых значениях коэффициента k (19) для остановки второго плота потребуется меньшее усилие, а путь его торможения будет больше.

Применительно к рассмотренным в настоящей работе плотам № 1, 2, 3

$$\frac{M_{п2}}{2r_2} < \frac{M_{п1}}{2r_2} < \frac{M_{п3}}{2r_3},$$

отсюда, при действующей в процессе торможения массе $M = \text{const}$ получили путь торможения плота № 3 с небольшой массой больше, чем для плота № 1 со значительно большей массой (табл. 3, 4).

Проведенные нами на моделях и в натуральных условиях исследования гидродинамических и инерционных характеристик плотов показали, что действующая масса плота $M_d(1+n)$ (3) не является постоянной. Коэффициент нестационарности n (2) зависит главным образом от дополнительного сопротивления $\Delta R_{\text{нест}}$, вызванного нестационарностью движения. Экспериментально установлено, что при торможении плота относительно воды это сопротивление уменьшает, а при разгоне увеличивает значение коэффициента n . Так как по своей природе $\Delta R_{\text{нест}}$ является, преимущественно, сопротивлением формы, то оно зависит в основном от ширины плота. В то же время присоединенная масса λ и масса воды в пустотах плота M_v определяются через объем плота. Поэтому мы получили расчетные формулы (4)–(7) для определения значений коэффициента n в функции от параметра

$$\frac{B_{п}}{\sqrt[3]{\frac{\rho_d}{\rho} B_{п} L_{п} T_{п}}}, \text{ включающего ширину и объем плота.}$$

Для случая торможения плота коэффициент n принят, без потери точности, величиной постоянной \tilde{n} (4), для разгона – зависимой от относительной скорости движения плота (5). Полученные результаты подтверждены натурными исследованиями [4], при которых определяли не только инерционные характеристики плота (путь и время торможения и разгона), но и значение коэффициента нестационарности n .

Таким образом, при определении коэффициентов n по формулам (4)–(7) учитывается не только объем плота, как по другим методикам, но и его ширина, а через эти параметры и отношение $B_{п}/L_{п}$.

В работе М.М. Овчинникова [5] для случая разгона плота относительно речного потока коэффициенты Ω , ω выражены в функции от коэффициента k (19) и не учитывают соотношения в размерах плота. В результате для каждого конкретного значения k и всех возможных размеров плотов величины Ω , ω оказываются одинаковыми. Например, для двух конкретных плотов с одинаковым r и разным соотношением $B_{п}/L_{п}$ значения Ω , ω будут одинаковыми, что, как следует из сказанного, неверно. Естественно, данное обстоятельство отражается на точности определения инерционных характеристик плотов, особенно с малым соотношением $B_{п}/L_{п}$ (табл. 2, 4).

Охарактеризованные в настоящей работе плоты № 1 и 2 в недалеком прошлом были основными соответственно для Северодвинского и Волжско-Камского бассейнов, плот № 3 буксировали в Ангаро-Енисейском бассейне. В настоящее время, в связи с ростом плотового сплава по боковым рекам и уменьшением ширины судового хода больших рек, вызванным снижением объемов дноуглубительных работ, наметилась тенденция к переходу на плоты с малым соотношением $B_{п}/L_{п}$. Поэтому точность расчета инерционных характеристик таких плотов становится в настоящее время особенно актуальной проблемой.

Выполненный анализ разных методик расчета, на наш взгляд, будет способствовать более объективному и ответственному подходу специалистов к вопросам планирования и проектирования плотового сплава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водный транспорт леса: справочник. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 561 с.
2. *Донской И.П.* Водный транспорт леса / И.П. Донской, В.В. Савельев. – М.: Лесн. пром-сть, 1973. – 286 с.
3. *Митрофанов А.А.* Некоторые уточнения к расчету инерционных свойств плотов / А.А. Митрофанов // Лесн. журн. – 1973. – № 5. – С. 47–51. – (Изв. высш. учеб. заведений).
4. *Митрофанов А.А.* Научное обоснование и разработка экологически безопасного плотового лесосплава / А.А. Митрофанов. – Архангельск, 1999. – 267 с.
5. *Овчинников М.М.* Методические указания по транспортным расчетам буксировки пучковых плотов / М.М. Овчинников. – М., 1985. – 81 с.
6. *Овчинников М.М.* Сравнение различных методов расчета инерционных характеристик пучковых плотов / М.М. Овчинников, В.И. Михасенко // Лесн. журн. – 1998. – № 6. – С. 31–36. – (Изв. высш. учеб. заведений).
7. Справочник по водному транспорту леса / В.А. Щербаков, Ю.П. Борисовец, В.Д. Александров [и др.]; под ред. В.А. Щербакова. – М., 1986. – 384 с.
8. *Худоногов В.Н.* Гидродинамическое сопротивление плотов и внешней среды / В.Н. Худоногов. – Красноярск, 1966. – 225 с.
9. *Чекалкин К.А.* Гидродинамические основы проектирования агрегатов для остановки плотов: учеб. пособие / К.А. Чекалкин, Л.В. Мельников. – Л.: ЛТА, 1987. – 64 с.

10. *Щербаков В.А.* Управление плотами при буксировке в речных условиях: технологич. информ. / В.А. Щербаков // ЦНИИЛесосплава. – Л., 1962. – № 134. – 35 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 07.05.04

A.A. Mitrofanov

**On Calculation Accuracy of Raft Inertial Characteristics Based
on Different Methods**

Different methods of inertial characteristics calculation for rafts are analyzed. Comparative calculations have been carried out and analyzed.

УДК 531.001

С.И. Морозов

Морозов Станислав Иванович родился в 1929 г., окончил в 1952 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики Архангельского государственного технического университета, член-корреспондент РИА, заслуженный деятель науки и техники РФ. Имеет более 160 печатных работ в области изучения устойчивости температурно-напряженного рельсового пути, закрепления его от угона рельсов, удара тел, применения ЭВМ при решении задач механики.



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА СЖАТИЕ И УДАР ДВУХ УПРУГОПЛАСТИЧНЫХ ТЕЛ

Приведена методика решения задач на контактное сжатие и соударение двух упругопластичных тел. Предложены расчетные выражения для определения параметров силовой функции на стадиях нагрузки и разгрузки взаимодействующих тел в зависимости от их твердости.

Ключевые слова: удар, упругость, деформация, силовая функция, показатели пластичности и нелинейности.

В 1881 г. немецкий ученый Г. Герц предложил новую (контактную) теорию удара [4]. Он установил, что упругое состояние тел вблизи поверхности удара за все его время весьма близко к такому же состоянию равновесия, которое возникло бы при сжатии тел. Таким образом, по мнению Герца, задача удара двух тел сводится к решению задачи на их сжатие.

Теория Герца не рассматривает упругих колебаний тел, возникающих при ударе. Такое предположение справедливо при условии, что скорости движения тел до удара значительно меньше скорости звука в материалах тел. Следовательно, это решение имеет силу лишь до предела упругости.

Используя теорию Герца, украинский ученый А.Н. Динник [1] определил, что 97 % деформации тел происходит вблизи точки удара (или сжатия), а в остальном пространстве тел – только 3%. Таким образом, сближение тел α зависит исключительно от их деформации вблизи поверхности взаимодействия.

Целью данной статьи является вывод расчетных зависимостей для определения силы удара на базе теоретических и экспериментальных исследований, приведенных в работах [1–4].

Сжатие (удар) упругих тел

Этот случай контактного удара теоретически исследовали Г. Герц и А.Н. Динник. Ими получено следующее основное уравнение (силовая функция) для упругого удара:

$$F = K\alpha^{1,5}, \quad (1)$$

где F – сжимающая (контактная) сила;

K – коэффициент пластичности (упругости) Г. Герца;

α – деформация тел в точке их взаимодействия;

1,5 – показатель степени (коэффициент нелинейности).

Коэффициент K можно вычислить по формуле [4]

$$K = \frac{4}{3} \left(\frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \right)^{-1} \sqrt{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}, \quad (2)$$

где μ_1, μ_2 – коэффициенты Пуассона;

E_1, E_2 – модули упругости (Юнга);

R_1, R_2 – радиусы шаров.

Выражение (2) можно рассматривать как произведение двух сомножителей:

$$K = K_0 \rho, \quad (3)$$

где K_0 – основной коэффициент пластичности (упругости) Герца

$$K_0 = \frac{4}{3} \left(\frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \right)^{-1}, \quad (4)$$

зависящий от механических свойств взаимодействующих тел (шаров);

ρ – приведенный радиус кривизны сферических тел,

$$\rho = \sqrt{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}. \quad (5)$$

Если материалы и радиусы тел одинаковы ($\mu_1 = \mu_2, E_1 = E_2, R_1 = R_2$), то для определения K_0 и ρ получим следующие выражения:

$$K_0 = \frac{2}{3} \frac{E}{1 - \mu^2}; \quad (6)$$

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

Значения K_0 зависят от механических свойств тел. Для некоторых тел они приведены в табл. 1.

С помощью данных табл. 1 можно найти значения K_0 для любых размеров шаров. Например, для легированной стали при $\mu = 0,3, E = 2,15 \cdot 10^{11}$ Па имеем: $K_0 = 157,5 \cdot 10^{11}$ Па/м. В табл. 2 приведены значения K , вычисленные по формуле (4) в зависимости от $K_0 = 2,15 \cdot 10^{11}$ и приведенных радиусов шаров.

В частных случаях значения ρ находим по выражениям:

– сжатие двух тел одинакового радиуса $R_1 = R_2 = R$:

$$\rho = \sqrt{R/2}; \quad (8a)$$

– сжатие двух тел разных радиусов $R_1 \neq R_2$:

$$\rho = \sqrt{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}, \quad (8б)$$

– сжатие круглого тела о плоскость $R_1 = R$, $R_2 = \infty$:

$$\rho = \sqrt{R}. \quad (8в)$$

Таким образом, задача по определению сил сжатия для упругого удара тел решена до конца.

Таблица 1

| Материалы соударяющихся тел | $E \cdot 10^{-11}$, Па | μ | $K_0 \cdot 10^{-11}$, Па/м |
|-----------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------|
| Легированная сталь о сталь | 2,15 | 0,30 | 1,575 |
| Железо о железо | 2,00 | 0,27 | 1,738 |
| Чугун о чугун | 1,15 | 0,27 | 0,821 |
| Медь о медь | 1,10 | 0,37 | 0,850 |
| Бронза о бронзу | 1,10 | 0,35 | 0,836 |
| Алюминий об алюминий | 0,70 | 0,36 | 0,576 |
| Свинец о свинец | 0,18 | 0,42 | 0,147 |

Таблица 2

| Радиус шаров R , м | Приведенный радиус ρ , м | Значения $K \cdot 10^{-9}$, Па | Радиус шаров R , м | Приведенный радиус ρ , м | Значения $K \cdot 10^{-9}$, Па |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 0,005160 | 0,05079 | 7,998 | 0,00928 | 0,06756 | 10,640 |
| 0,006350 | 0,05635 | 8,875 | 0,01111 | 0,07454 | 11,740 |
| 0,007938 | 0,06230 | 9,922 | – | – | – |

Сжатие (удар) упругопластичных тел

В данном случае коэффициенты пластичности и нелинейности находят экспериментально. Такие опыты были проведены Д.Н. Шостенко [2] в лабораторных условиях [3] на специальной установке, состоящей из универсального микроскопа УИМ-1 и динамического пресса. С помощью пресса к группе из двух шаров прикладывали сжимающую силу F , и под микроскопом определяли деформацию тел α в точке их соприкосновения.

Сжимающую силу F прикладывали в диапазоне ее изменения от нуля до 10 кН, через 1 кН. После достижения максимальных значений F шарики разгружали от 10 кН до нуля с тем же самым шагом. На каждой ступени разгрузки с помощью микроскопа определяли новые значения величины α . Каждый опыт повторяли три раза и в дальнейшем использовали средние значения α .

Всего, таким образом, было испытано пять групп стальных шаров различных радиусов, которые отличались друг от друга твердостью (шесть значений) их материала.

Результаты опытов аппроксимировали с помощью уравнений:

– на стадии нагрузки (при изменении F от 0 до 10 кН и α от нуля до максимального значения α_m)

$$F = B\alpha^n, \tag{9a}$$

где B – коэффициент пластичности;
 n – коэффициент нелинейности;
 α – контактная деформация тел.

– на стадии разгрузки (при изменении F от 10 кН до 0 и α от α_m до нуля)

$$F = B_1(\alpha - \alpha_1)^{n_1}, \tag{9б}$$

где B_1 – коэффициент пластичности при разгрузке;
 n_1 – коэффициент нелинейности при разгрузке;
 α – текущая контактная деформация тел;
 α_1 – остаточная деформация.

Экспериментальные графики $F(\alpha)$ зависят, помимо прочих величин, от твердости материалов тел T . На рис. 1 приведен график для случая $T = 65$ HRC, диаметр шаров 10,319 мм (1 – стадия нагрузки; 2 – разгрузки).

Результаты опытов по определению расчетных параметров приведены в табл. 3.

По аналогии со случаем упруго-сжатия и удара (формула (3)) предположим, что значение F при постоянном значении T можно выразить в виде произведений:

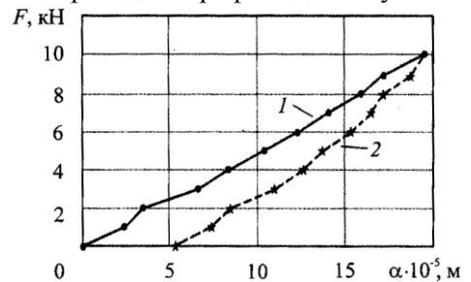


Рис. 1.

Таблица 3

| Твердость T , HRC | Диаметр шаров, мм | Масса шаров, кг | Нагрузка | | | Разгрузка | | |
|---------------------|-------------------|-----------------|------------------------|-------|------------------------------|--------------------------|-------|------------------------------|
| | | | $B \cdot 10^{-9}$, Па | n | $\alpha_m \cdot 10^{-3}$, м | $B_1 \cdot 10^{-9}$, Па | n_1 | $\alpha_1 \cdot 10^{-3}$, м |
| 65 | 10,319 | 0,00448 | 2,512 | 1,447 | 0,195 | 2,245 | 1,396 | 0,053 |
| | 12,700 | 0,00835 | 4,151 | 1,496 | 0,113 | 6,035 | 1,396 | 0,039 |
| | 15,875 | 0,01634 | 7,924 | 1,485 | 0,112 | 6,185 | 1,500 | 0,042 |
| | 18,256 | 0,02480 | 8,751 | 1,485 | 0,119 | 11,349 | 1,500 | 0,034 |
| | 22,225 | 0,04484 | 9,273 | 1,492 | 0,099 | 12,806 | 1,500 | 0,027 |
| 60 | 10,319 | 0,00448 | 0,353 | 1,296 | 0,207 | 0,424 | 1,187 | 0,063 |
| | 12,700 | 0,00835 | 0,657 | 1,241 | 0,158 | 0,675 | 1,210 | 0,045 |
| | 15,875 | 0,01634 | 0,736 | 1,228 | 0,144 | 0,875 | 1,206 | 0,049 |
| | 18,256 | 0,02480 | 1,806 | 1,306 | 0,134 | 1,726 | 1,268 | 0,053 |
| | 22,225 | 0,04484 | 5,648 | 1,377 | 0,112 | 5,059 | 1,302 | 0,036 |
| 50 | 10,319 | 0,00448 | 0,297 | 1,033 | 0,227 | 0,244 | 1,109 | 0,105 |
| | 12,700 | 0,00835 | 0,363 | 1,147 | 0,190 | 0,406 | 1,126 | 0,079 |
| | 15,875 | 0,01634 | 0,471 | 1,106 | 0,189 | 0,828 | 1,197 | 0,080 |

| | | | | | | | | |
|--|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 18,256 | 0,02480 | 0,563 | 1,175 | 0,156 | 0,889 | 1,179 | 0,066 |
| | 22,225 | 0,04484 | 1,529 | 1,190 | 0,138 | 1,050 | 1,136 | 0,044 |
| 38 | 10,319 | 0,00448 | 0,093 | 1,093 | 0,239 | 0,124 | 1,003 | 0,188 |
| | 12,700 | 0,00835 | 0,108 | 1,141 | 0,213 | 0,229 | 1,163 | 0,166 |
| | 15,875 | 0,01634 | 0,222 | 1,110 | 0,138 | 0,806 | 1,132 | 0,114 |
| | 18,256 | 0,02480 | 0,375 | 1,107 | 0,163 | 0,713 | 1,103 | 0,123 |
| | 22,225 | 0,04484 | 0,560 | 1,144 | 0,188 | 0,716 | 1,197 | 0,092 |
| 28 | 10,319 | 0,00448 | 0,043 | 1,103 | 0,232 | 0,082 | 1,170 | 0,209 |
| | 12,700 | 0,00835 | 0,045 | 1,061 | 0,203 | 0,204 | 1,134 | 0,183 |
| | 15,875 | 0,01634 | 0,165 | 1,091 | 0,133 | 0,287 | 1,180 | 0,119 |
| | 18,256 | 0,02480 | 0,262 | 1,094 | 0,144 | 0,737 | 1,181 | 0,129 |
| | 22,225 | 0,04484 | 0,365 | 1,094 | 0,212 | 0,888 | 1,122 | 0,110 |
| HB 166 (при мерно $T=0$ в HRC) | 10,319 | 0,00448 | 0,013 | 1,050 | 0,326 | 0,046 | 1,017 | 0,290 |
| | 12,700 | 0,00835 | 0,047 | 1,047 | 0,324 | 0,287 | 1,133 | 0,298 |
| | 15,875 | 0,01634 | 0,118 | 1,109 | 0,226 | 0,212 | 1,002 | 0,198 |
| | 18,256 | 0,02480 | 0,234 | 1,087 | 0,245 | 0,258 | 1,065 | 0,177 |
| | 22,225 | 0,04484 | 0,302 | 1,041 | 0,286 | 0,282 | 1,105 | 0,205 |

– на стадии нагрузки

$$F = B_0 \rho \alpha^n; \quad (10a)$$

– на стадии разгрузки

$$F = B_{10} \rho (\alpha - \alpha_1)^n, \quad (10б)$$

где B_0 , B_{10} – основные коэффициенты пластичности при нагрузке и разгрузке;

ρ – приведенный радиус кривизны взаимодействующих шаров.

Предположим также, что значения B_0 , B_{10} для каждого значения твердости постоянны, т. е.

$$B = B_0 \rho;$$

$$B_{10} = B_1 \rho.$$

Все экспериментальные величины приведены в табл. 4. Зная их, можно найти значения B_0 , B_{10} , которые зависят от радиусов шаров. Они приведены в графах 5 и 10.

Таблица 4

| Т, HRC | ρ , м | Нагрузка | | | | | Разгрузка | | | |
|-----------|---------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|--|
| | | $B \cdot 10^{-9}$, | $B_0 \cdot 10^{-9}$ | $B_{0cp} \cdot 10^{-9}$ | $B_{рас} \cdot 10^{-9}$, | $B_1 \cdot 10^{-9}$, | $B_{10} \cdot 10^{-9}$ | $B_{10cp} \cdot 10^{-9}$ | $B_{рас} \cdot 10^{-9}$, | |
| | | Па | Па/м | | Па | Па | Па/м | | Па | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 65 | 0,0508 | 2,512 | 49,45 | 126,00 | 6,43 | 2,245 | 44,19 | 135,82 | 6,98 | |
| | 0,0564 | 4,151 | 74,60 | | 7,13 | 6,035 | 107,00 | | 7,65 | |
| | 0,0630 | 7,924 | 125,80 | | 7,98 | 6,185 | 98,18 | | 8,56 | |
| | 0,0675 | 8,751 | 129,60 | | 8,52 | 11,35 | 175,84 | | 9,17 | |
| | 0,0745 | 9,273 | 124,40 | | 9,44 | 12,09 | 162,14 | | 10,12 | |

| | | | | | | | | | |
|-----|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| 60 | 0,0508 | 0,353 | 6,75 | 38,06 | 1,43 | 0,424 | 8,35 | 26,58 | 1,35 |
| | 0,0564 | 0,657 | 11,52 | | 2,15 | 0,675 | 11,98 | | 1,50 |
| | 0,0630 | 0,736 | 11,68 | | 2,40 | 0,875 | 13,89 | | 1,67 |
| | 0,0675 | 1,086 | 16,00 | | 2,57 | 1,726 | 25,56 | | 1,79 |
| | 0,0745 | 5,648 | 75,81 | | 2,84 | 5,059 | 67,87 | | 1,98 |
| 50 | 0,0508 | 0,297 | 5,85 | 11,90 | 0,60 | 0,244 | 4,80 | 13,46 | 0,68 |
| | 0,0564 | 0,363 | 6,44 | | 0,67 | 0,406 | 7,20 | | 0,76 |
| | 0,0630 | 0,431 | 6,84 | | 0,75 | 0,828 | 13,16 | | 0,85 |
| | 0,0675 | 0,563 | 8,33 | | 0,80 | 0,889 | 13,10 | | 0,91 |
| | 0,0745 | 1,529 | 20,51 | | 0,89 | 1,050 | 14,09 | | 1,00 |
| 38 | 0,0508 | 0,093 | 9,83 | 4,01 | 0,20 | 0,124 | 2,44 | 9,17 | 0,52 |
| | 0,0564 | 0,108 | 2,92 | | 0,23 | 0,229 | 4,06 | | 0,57 |
| | 0,0630 | 0,222 | 3,52 | | 0,25 | 0,706 | 9,62 | | 0,64 |
| | 0,0675 | 0,375 | 5,55 | | 0,28 | 0,713 | 10,56 | | 0,69 |
| | 0,0745 | 0,560 | 7,52 | | 0,25 | 0,710 | 10,33 | | 0,76 |
| 28 | 0,0508 | 0,043 | 0,85 | 3,51 | 0,18 | 0,082 | 1,61 | 9,10 | 0,46 |
| | 0,0564 | 0,045 | 0,80 | | 0,19 | 0,204 | 3,62 | | 0,51 |
| | 0,0630 | 0,165 | 2,67 | | 0,22 | 0,282 | 4,48 | | 0,57 |
| | 0,0675 | 0,262 | 2,99 | | 0,24 | 0,737 | 10,91 | | 0,62 |
| | 0,0745 | 0,365 | 4,90 | | 0,26 | 0,888 | 11,91 | | 0,68 |
| ≈ 0 | 0,0508 | 0,013 | 0,26 | 3,13 | 0,16 | 0,046 | 0,91 | 3,57 | 0,18 |
| | 0,0564 | 0,047 | 0,83 | | 0,18 | 0,019 | 3,32 | | 0,20 |
| | 0,0630 | 0,118 | 0,87 | | 0,16 | 0,212 | 3,37 | | 0,23 |
| | 0,0675 | 0,234 | 3,40 | | 0,21 | 0,258 | 3,38 | | 0,24 |
| | 0,0745 | 0,302 | 4,05 | | 0,23 | 0,282 | 3,78 | | 0,27 |

Зависимость B_0 от T представлена на рис.2. Здесь 1 – экспериментальная кривая; 2 – расчетная кривая, которую приближенно можно аппроксимировать степенным уравнением вида

$$B_{0\text{cp}} = B_0 T^k, \quad (10)$$

где k – показатель степени T кривой ($k = 4,25$).

Для максимального значения T величина $B_{0\text{cp}}$ максимальна, по мере уменьшения T значения $B_{0\text{cp}}$ снижаются и стремятся к нулю.

При определении n исходим из следующих соображений. Если твердость тел является твердой, то по решению Герца $n = 1,5$; если твердость мала, то $n \approx 1$.

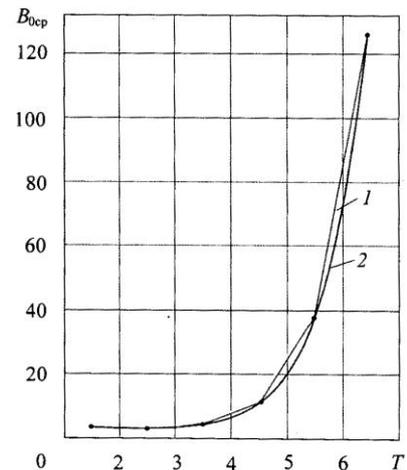


Рис. 2.

В общем случае имеем

$$1 \leq n \leq 1,5.$$

Разобьем этот диапазон изменения n на пропорциональные части и для каждого значения T найдем соответствующие значения n по формуле

$$n = 1 + \frac{T_i \Delta n}{T_0},$$

где T_0 – наибольшее значение T , $T_0 = 1,5$;

T_i – текущее значение T ;

Δn – расчетный интервал.

Расчетные значения B и n приведены в табл. 5.

Таблица 5

| T , HRC | Нагрузка | | Разгрузка | |
|--------------|------------------------------------|------|--------------------------------------|-------|
| | $B_{\text{ср}} \cdot 10^{-9}$, Па | n | $B_{\text{10ср}} \cdot 10^{-9}$, Па | n_1 |
| 65 | 126,0 | 1,50 | 135,0 | 1,50 |
| 60 | 38,0 | 1,46 | 26,0 | 1,46 |
| 50 | 12,1 | 1,38 | 13,0 | 1,38 |
| 38 | 9,0 | 1,29 | 9,0 | 1,29 |
| 28 | 3,5 | 1,22 | 4,0 | 1,22 |
| 0 | 3,0 | 1,00 | 3,5 | 1,00 |

Таким образом, имея данные, приведенные в табл. 4, можно определить расчетные значения B . Используя зависимость $B(\rho)$, окончательно получим уравнение

$$B = (B_0 T)^k \rho, \quad (11)$$

с помощью которого можно рассчитать все остальные величины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Динник А.Н. Удар и сжатие твердых тел / А.Н. Динник // Избр. тр. Т. 1. – Киев: АН СССР, 1952. – С. 13–144.
2. Морозов С.И. Определение параметров силовой функции при сжатии и соударении упругопластичных тел / С.И. Морозов, Д.Н. Шостенко // Лесн. журн. – 2004. – № 3. – С. 25–31. – (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Шостенко Д.Н. Контактное сжатие и соударение двух упругопластичных тел: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д.Н. Шостенко. – Архангельск, 2004. – 22 с.
4. Hertz H. Über die Berührung fester elastischer Körper und über die Harte / H. Hertz // Gesam. Werke. – Bd.1. – Leipzig, 1895.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 08.04.05

S.I. Morozov

Solving Tasks in Compression and Impact of Two Elasto-plastic Bodies

Method for solving tasks in contact compression and impact of two elasto-plastic bodies is provided. Design expressions for determining parameters of forcing function at loading and unloading stages of interacting bodies depending on their hardness are proposed.

УДК 630*24:65.011.54

В.Д. Валяжонков, Д.Г. Мясищев

Валяжонков Владимир Дмитриевич родился в 1940 г., окончил в 1966 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии лесозаготовительных производств С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет более 40 научных трудов по теории и конструированию лесотранспортных машин.



Мясищев Дмитрий Геннадьевич родился в 1959 г., окончил в 1981 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры транспортных машин Архангельского государственного технического университета. Имеет более 30 печатных работ в области разработки, создания и исследования мобильных средств малой механизации для лесного хозяйства.



ОСОБЕННОСТИ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ ЛЕСОЗАГОТОВОК ЗА РУБЕЖОМ

Приведены особенности конструкции лесохозяйственных агрегатов, созданных на базе мини-тракторов, и применяемые с их помощью технологии рубок ухода.

Ключевые слова: зарубежные, мобильные, малогабаритные, лесотранспортные машины, рубки ухода.

Малая механизация лесозаготовок на рубках ухода находит основное применение при выполнении лесохозяйственных работ [1–9].

Цель настоящей работы – краткий обзор техники и технологии, применяемых при малых объемах рубок ухода с использованием лесохозяйственных агрегатов для транспортировки древесины. На примере зарубежных стран проанализирована возможность применения наиболее прогрессивных форм малой механизации в России.

В настоящее время за рубежом имеется большой выбор мотовездеходов (квадроциклов) для работы в лесных условиях. Мировой рынок представлен следующими производителями этой техники: Polaris (37 %), Honda (27 %), Yamaha (22 %), Kawasaki (5 %), Suzuki (4 %), Artic Cat (4 %) и Bombardier (1 %). До последнего времени практически все вездеходы выпускали с колесной формулой 4 × 4. На ряде фирм, в частности Polaris, начат выпуск машин с колесной формулой 6 × 6. Отмечается трансформирование вездеходов в мини-тракторы. Для этого капот устанавливают над двигателем, ис-

пользуют грузовой кузов, однорядное сидение для водителя и пассажира, дуги ограждения и т. д. Рулевую колонку смещают влево.

На вездеходах, представляющих интерес для лесного хозяйства, установлены бензиновые 4-тактные одно- и двухцилиндровые двигатели с жидкостным охлаждением объемом 480 ... 680 см³. Вариаторная трансмиссия позволяет плавно изменять передаточное число в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузки, что обеспечивает высокую приспособляемость машины к выполнению работ в сложных условиях леса без нанесения какого-либо вреда напочвенному покрову. Тяговое усилие, развиваемое вездеходами, составляет 4,9 ... 6,9 кН.

Мотовездеходы имеют следующие габариты: длина 2,05 ... 2,09 м, ширина 1,15 ... 1,17 м, высота 1,19 ... 1,21 м, масса 500 ... 700 кг, дорожный просвет 275 ... 285 мм, внутренний радиус поворота 1,7 ... 2,0 м. Лесовозные прицепы имеют грузоподъемность 8 ... 12 т, площадь коника 1,5 ... 2,5 м², массу 880 ... 2050 кг. На ряде машин установлены гидроманипуляторы с грузовым моментом 40,6 ... 61,4 кН·м и вылетом стрелы 4 ... 8 м. Некоторые прицепы имеют приводное устройство колес.

В Скандинавских странах на малых по объему рубках ухода нашли применение лесохозяйственные агрегаты, созданные на базе мотовездеходов. Фирмами Vimek и Skogma создан агрегат Minimaster 4WD, состоящий из мотовездехода с двигателем 480 см³ и 4-колесного прицепа грузоподъем-



стью 4000 кг (рис. 1).

Рис. 1. Лесохозяйственный агрегат Vimek Minimaster 101 на вывозке древесины

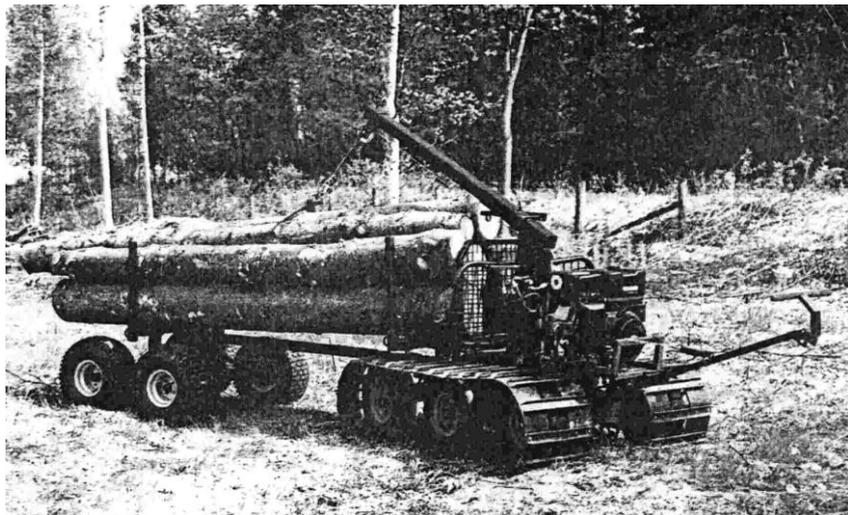


Рис. 2. Малая универсальная машина мини-трактор ОХЕН

При проведении первых приемов рубок ухода, удалении семенников в лесах естественного возобновления, санитарных рубках и разработке буреломов наряду с традиционным средством трелевки применяют малые универсальные трактора (рис. 2). Характеристиками таких агрегатов являются: эксплуатационная масса 300 ... 500 кг (без прицепа), рейсовая нагрузка 1,0 ... 1,5 м³, мощность одно- или двухцилиндровых бензиновых четырехтактных двигателей 3,7...12,0 кВт. Ее движением управляет идущий впереди рабочий. Среднегодовая продолжительность использования гусеничной мини-машины составляет 150 дн.

Около 60 % предприятий, эксплуатирующих эти машины, применяют метод заготовки леса, заключающийся в разработке части какого-либо

участка с подтаскиванием в тот же рабочий день сортиментов к волоку и укладкой их в штабель. В 25 случаях из 100 подтаскивание ведут лишь по окончании разработки всего участка (например, в буреломных насаждениях). В обоих случаях валка и первичная обработка отделены от операции подтаскивания.

Порядок проведения первых приемов рубок ухода с заготовкой леса комбинированным способом представлен на рис. 3. Достоинство комбинированного способа состоит в смене вида работ, производимых рабочим, использовании роликовой опоры при разделке деревьев у пня и выгрузке сортиментов у волока и постоянной завершенности технологических операций, выполняемых мини-машиной с поваленными деревьями.

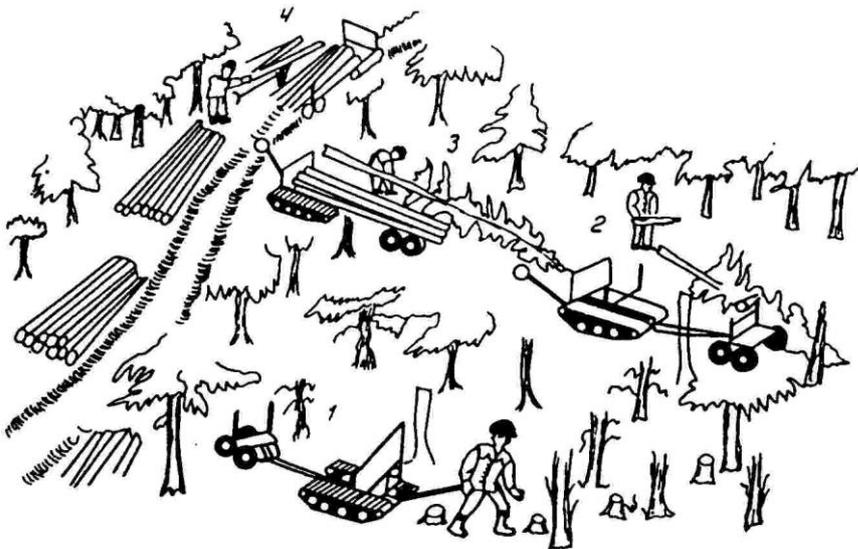


Рис. 3. Порядок проведения рубок ухода с помощью малой универсальной машины

В табл. 1 приведен средний объем подвозимых к волоку пачек и производительность на подтаскивании при заготовке сортиментов различными способами. Сопоставление показывает преимущества комбинированного способа.

В табл. 2 приведены некоторые показатели для различных категорий работающих, заготавливающих тонкомерный лес способом, предполагающим разработку участка по частям с последующим подтаскиванием сортиментов

Таблица 1

| Способ заготовки | Среднее расстояние подтаскивания, м | Средний объем пачки при подтаскивании, м ³ | Производительность на подтаскивании сортиментов к волоку, м ³ /ч |
|--|-------------------------------------|---|---|
| Комбинированный | 58 | 0,79 | 2,3 |
| Разработка участка леса с последующим подтаскиванием к волоку: | | | |
| по частям | 98 | 0,67 | 1,2 |
| всего участка | 123 | 0,51 | 1,2 |

Таблица 2

| Категория работающих* | Порода | Процент пород | Средний диаметр, см | Средний объем пачки, м | Среднее расстояние подтаскивания, м | Расход бензина, л/м ³ | Производительность, м ³ /ч |
|-----------------------|------------|---------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Сосна | 0 | – | 0,76 | 92 | 0,43 | 0,50 |
| | Ель | 80 | 13 | | | | |
| | Лиственные | 20 | 13 | | | | |
| 2 | Сосна | 30 | 10 | 0,58 | 95 | 0,38 | 0,44 |
| | Ель | 70 | 11 | | | | |
| | Лиственные | 0 | – | | | | |
| 3 | Сосна | 100 | 11 | 0,81 | 61 | 0,22 | 0,63 |
| | Ель | 0 | – | | | | |
| | Лиственные | 0 | – | | | | |

* Первая категория включает рабочих, привлекаемых к лесозаготовкам со своей техникой; вторая – рабочих, не имеющих собственной техники; третья – лесовладельцев, выполняющих работы собственными силами.

в этот же день. Данные о топливной экономичности и производительности показывают, что с наибольшей эффективностью трудятся лесовладельцы.

В целях повышения эффективности использования мини-машины на многих предприятиях к каждой машине прикрепляют двух или трех рабочих, систематически сменяющих друг друга на подтаскивании сортиментов. Однако практика показывает, что более производительна система в составе мини-машины и одного рабочего.

Постоянный рост стоимости машин, оборудования, топлива, материалов, увеличение затрат на ремонт техники и ужесточение требований охраны окружающей среды побуждают искать экономичные и в то же время экологически безвредные методы лесозаготовительных работ. Частичное решение этой проблемы за рубежом заключается в более широком использовании на трелевке леса гужевого транспорта, в первую очередь при выборочных рубках в условиях заболоченных и слабых грунтов, сильно пересеченного рельефа и густых насаждений.

Выводы

1. Лесохозяйственные агрегаты, создаваемые на базе сельскохозяйственных тракторов для проведения мало- и среднемасштабных рубок ухода, занимают прочное место в системе механизации лесозаготовительных работ Скандинавских стран.

2. Развитие лесной мобильной малой механизации за рубежом идет по пути создания узкоспециализированных лесотранспортных агрегатов на шасси серийных мотовездеходов и оригинальных мини-машин.

3. Основной упор при создании малогабаритной техники сделан на ее использование при рубках прореживания в целях заготовки деловых сортиментов, тогда как механизация транспорта мелкомерной древесины при первых осветлениях и прочистках в молодняках отражена недостаточно.

4. Для эффективного осуществления лесохозяйственных процессов в современных многоукладных эксплуатационных условиях России необходимо решить проблему, связанную с обоснованием и созданием типоразмерного ряда систем лесохозяйственной техники. Это относится и к специализированным лесным машинам на шасси мобильных средств малой механизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вавилкин А.Г. Механизация лесозаготовок в Швеции / А.Г. Вавилкин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1994. – 2 с.
2. Климов О.Г. О соответствии техники и технологии / О.Г. Климов // Лесн. хоз-во. – 2002. – № 4. – С. 11.
3. Кусакин Н.Ф. Лесозаготовительная техника Финляндии [по проспектам фирм-изготовителей Финляндии] / Н.Ф. Кусакин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1996. – 15 с.
4. Семин И.А. Малогабаритные лесозаготовительные машины Скандинавских стран / И.А. Семин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1999. – 10 с.
5. Урясьева Н.Д. Заготовки древесины в Скандинавских странах [по материалам семинара ФАО, 1993] / Н.Д. Урясьева. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1995. – 11 с.
6. Bredberg K.J. Mechanization trends in swedish forestry / K.J. Bredberg // Word Wood. – 1992. – N 3. – P. 32–34.
7. Durchforestungsprozessoren für Dreipunktbau mit Suhubbeschikung // NIAB. – 1995. – 4 S.
8. Forest operations in Sweden. – Oikarchamn, 1995. – 62 p.
9. Svenska Skoda Plantor // Skoden. – 1998. – N 5. – P. 2.

С.-Петербургская государственная
лесотехническая академия

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 05.03.05

V.D. Valyazhonkov, D.G. Myasishchev

Peculiarities of Small Mechanization of Forest Harvesting Abroad

Peculiarities of forest machines design developed on the mini-tractors base are provided as well as technologies of thinning realized with them.

УДК [630*812+630*377.42/.45].001.24

Л.В. Коротяев

Коротяев Леонид Васильевич родился в 1916 г., окончил в 1941 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук. Имеет свыше 60 печатных работ в области исследования параметров деревьев и хлыстов как объектов лесозаготовок и технологических факторов повышения производительности трелевочных машин.



К РАСЧЕТАМ НА ПРОЧНОСТЬ СРЕДСТВ ТРЕЛЕВКИ И ВЫВОЗКИ

Приведено изменение плотности древесины ели по длине ствола с возрастом в 1,3 – 1,5 раза от комля к вершине. Установлена и математически описана интенсивность изменения массы ствола по его длине как балки с неравномерно распределенной нагрузкой на коники трелевочных и лесовозных машин.

Ключевые слова: плотность древесины, масса ствола ели, неравномерно распределенная нагрузка.

При определении нагрузки на коники трелевочных машин и лесотранспортных средств в расчет принимают обычно постоянную плотность свежесрубленной ствольной древесины 800 кг/м^3 . Однако исследования, проведенные ЦНИИМЭ [1] и АЛТИ–АГТУ [2–4], показали, что постоянная плотность древесины наблюдается только у деревьев лиственных пород – березы и осины [1], у хвойных – ели и сосны – она меняется по длине и крупности стволов [1, 2]. В связи с этим нагрузка на коники машин при трелевке и автовывозке деревьев и хлыстов хвойных пород будет иной. Ее определение является целью нашего исследования.

В лесах Европейского Севера России, где преобладают еловые древостои, заготавливают в основном ель, поэтому плотность ее древесины представляет наибольший интерес при расчете трелевочных и лесовозных машин на прочность для этого региона.

Методика экспериментальных исследований плотности изложена в работе [2]. Закономерность изменения плотности древесины ρ , кг/м^3 , по длине ствола ели наиболее точно выражается трехчленным уравнением квадратной параболы. Достаточно точно она может быть выражена и двухчленной формулой [3]

$$\rho(x) = p + qx^2, \quad (1)$$

где x – расстояние от комлевого торца ствола (хлыста) до расчетного его сечения, м;

p, q – постоянные коэффициенты для дерева данного диаметра (ступени толщины) d_T (d_T – таксационный диаметр дерева, см).

Опытные значения коэффициентов p, q даны в табл. 1 по 4-сантиметровым ступеням толщины деревьев d_T .

Таблица 1

| | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| d_t , см | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 |
| p | 867 | 835 | 788 | 751 | 691 | 709 | 698 |
| q | 8,850 | 3,625 | 1,640 | 1,124 | 1,116 | 0,985 | 1,000 |

Таблица 2

| d_t , см | Плотность древесины, кг/м ³ , на расстоянии от комлевого торца, м | | | | | | | | | | Средняя плотность, кг/м ³ |
|---------------|--|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------------------|
| | 0...2 | 2...4 | 4...6 | 6...8 | 8...10 | 10...12 | 12...14 | 14...16 | 16...18 | 18...20 | |
| 8 | 876 | 947 | 1088 | – | – | – | – | – | – | – | 916 |
| 12 | 839 | 868 | 926 | 1012 | 1128 | – | – | – | – | – | 855 |
| 16 | 790 | 804 | 829 | 868 | 921 | 986 | 1065 | – | – | – | 809 |
| 20 | 752 | 761 | 779 | 806 | 842 | 887 | 941 | 1004 | – | – | 776 |
| 24 | 692 | 701 | 719 | 746 | 781 | 826 | 879 | 942 | 1013 | – | 756 |
| 28 | 710 | 718 | 734 | 757 | 789 | 828 | 875 | 930 | 993 | 1064 | 746 |
| 32 | 699 | 707 | 723 | 747 | 779 | 819 | 867 | 923 | 987 | 1059 | 745 |

Плотность древесины еловых стволов (хлыстов) приведена в табл. 2 с распределением по двухметровым участкам и ступеням толщины (данные автора [4]).

Из таблицы видно, что плотность древесины ели в вершине ствола значительно (в 1,3 – 1,5 раза) больше, чем в комле, интенсивно возрастает от комля к вершине и снижается с увеличением крупности деревьев. По разрядам высот и сезонам года она меняется мало [2], поэтому приведена среднегодовая плотность для деревьев среднего разряда высот IV, 2 – IV, 3.

Для дерева нужного диаметра плотность древесины может быть определена по табл. 2 путем интерполяции. При этом для расчетов желательно принимать средний размер хлыста (дерева) в пачке, транспортном вое или разрабатываемой лесосеке, диаметр которого в лесах Севера обычно не превышает 32 см.

Приведенные материалы исследований доказывают, что плотность древесины ели сильно меняется как по длине ствола (хлыста), так и по крупности деревьев, что следует учитывать в расчетах на прочность трелевочных и лесовозных средств.

Изменение плотности древесины ели по длине ствола обуславливает его переменную массу. Следовательно, определение нагрузки на коники машин сводится к решению лежащей на двух опорах консольной или бесконсольной балки с переменной массой.

Зная плотность древесины и объем двухметровых отрезков ствола [4], нетрудно вычислить их массу. Складывая массы отрезков, получаем массу всего ствола (хлыста) как неравномерно распределенную, ступенчатую нагрузку на опоры трелевочных и транспортных средств.

На Европейском Севере страны нет эксплуатационных еловых древостоев II и тем более I, ограниченно распространены древостои III разряда

Таблица 3

| d_T , см | Масса отрезков ствола, кг, на расстоянии от комлевого торца, м | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0...2 | 2...4 | 4...6 | 6...8 | 8...10 | 10...12 | 12...14 | 14...16 | 16...18 | 18...20 | 20...22 | 22...24 |
| 8 | 8 | 7 | 4 | 1 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 12 | 21 | 16 | 13 | 10 | 6 | 2 | – | – | – | – | – | – |
| 16 | 33 | 27 | 24 | 20 | 15 | 11 | 5 | – | – | – | – | – |
| 20 | 45 | 41 | 37 | 33 | 27 | 22 | 16 | 9 | 3 | – | – | – |
| 24 | 65 | 55 | 50 | 46 | 40 | 34 | 27 | 20 | 11 | 4 | – | – |
| 28 | 90 | 76 | 70 | 65 | 59 | 52 | 40 | 35 | 25 | 14 | 5 | – |
| 32 | 116 | 98 | 90 | 85 | 78 | 71 | 62 | 52 | 39 | 27 | 13 | 3 |

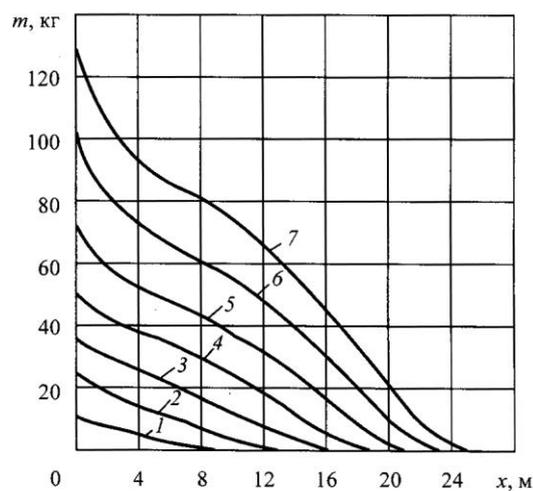
высот. Однако отдельные деревья I и II и целые группы деревьев III разрядов встречаются в древостоях IV разряда, преобладающих наряду с V разрядом в зоне северной тайги. Поэтому объемы отрезков стволов предпочтительнее определять применительно к III разряду, используя массовые таблицы [4]. Подсчитанная таким образом масса отрезков стволов (хлыстов) приведена в табл. 3.

Реальная нагрузка на опоры машин от массы ствола (хлыста) изменяется от комля к вершине плавно, как показано на рисунке. Интенсивность изменения неравномерно распределенной массы по длине ствола (хлыста) $m(x)$ выражается формулой, полученной путем решения тройного интеграла [3]:

$$m(x) = \iiint_{(m)} dm = \iiint_{(V)} \rho(x) dV, \quad (2)$$

где dm , dV – элементарные масса, кг, и объем, m^3 , ствола (хлыста) в сечении, отстоящем на расстоянии x от комлевого торца, м;
 m , V – масса, кг, и объем, m^3 , ствола (хлыста).

Графики изменения массы
 стволов ели III разряда
 высот по их длине:
 1 – 7 – d_T равно соответ-
 ственно 8, 12, 16, 20, 24,
 28 и 32 см



Поскольку в расчет введены образующая ствола, описываемая уравнением кубической параболы (по Д.И. Менделееву) [3, 5], и переменная плотность древесины, выраженная уравнением квадратной параболы (1), формула интенсивности изменения массы ствола (хлыста) по его длине получилась довольно сложной [3]:

$$m(x) = \frac{\pi p}{10^4} \left(\frac{a^2}{x^4} + \frac{ab}{x^3} + \frac{\alpha}{3x^2} + \frac{\beta}{2x} + \frac{\gamma}{5} + \frac{\delta}{3} x + \frac{\theta}{7} x^2 + \frac{cdq}{4p} x^3 + \frac{d^2 q}{9p} x^4 \right) x^5 \Big|_{x_1}^{x_2}. \quad (3)$$

$$\text{Здесь } \alpha = A + a^2 \frac{q}{p}; \beta = B + ab \frac{q}{p}; \gamma = D + A \frac{q}{p}; \delta = cd + B \frac{q}{p};$$

$$\theta = d^2 + D \frac{q}{p}; A = 2ac + b^2; B = ad + bc; D = 2bd + c^2; a, b, c, d - \text{коэффициенты}$$

уравнения образующей ствола (хлыста). Значения этих коэффициентов по опытным данным автора [3] приведены в табл. 4.

Составив при необходимости расчетную программу для компьютера или ЭВМ и меняя пределы интегрирования от $x_1 = 0$ до $x_2 = l$, где l – длина ствола (хлыста), м, по формуле (3) можно установить интенсивность изменения массы по его длине – по длине расчетной балки, а затем по методике ее расчета определить нагрузку на отдельные ее участки и опоры (конники машин). Результаты расчета распространяются на всю трелеваемую пачку или автотранспортный воз. При этом надо иметь в виду, что при трелевке деревьев за комли нагрузка от массы стволов на щит трактора или коник, захват трелевочной машины при одинаковом объеме пачки окажется меньше, чем при $\rho = \text{const}$, а давление вершин на грунт и сопротивление волочению пачки будет несколько больше; при трелевке за вершины – наоборот.

Таблица 4

| d_r , см | a | $-b$ | c | $-d$ | d_r , см | a | $-b$ | c | $-d$ |
|------------------|------|-------|-------|---------|----------------|------|------|-------|---------|
| III разряд высот | | | | | | | | | |
| 8 | 5,4 | 1,455 | 0,463 | 0,06125 | 20 | 12,1 | 1,39 | 0,147 | 0,00713 |
| 12 | 7,3 | 1,065 | 0,181 | 0,01350 | 24 | 13,5 | 1,05 | 0,093 | 0,00458 |
| 16 | 9,5 | 0,855 | 0,092 | 0,00535 | 28 | 16,3 | 1,15 | 0,093 | 0,00406 |
| 20 | 12,0 | 1,130 | 0,100 | 0,00435 | 32 | 17,8 | 0,96 | 0,046 | 0,00200 |
| 24 | 14,1 | 1,058 | 0,079 | 0,00327 | V разряд высот | | | | |
| 28 | 16,1 | 0,980 | 0,055 | 0,00211 | 8 | 4,9 | 0,64 | 0,057 | 0,01440 |
| 32 | 18,3 | 0,995 | 0,055 | 0,00223 | 12 | 7,4 | 1,15 | 0,171 | 0,01307 |
| IV разряд высот | | | | | | | | | |
| 8 | 4,9 | 0,95 | 0,035 | 0,02250 | 16 | 10,0 | 1,52 | 0,218 | 0,01440 |
| 12 | 7,1 | 1,04 | 0,192 | 0,01635 | 20 | 11,6 | 1,41 | 0,148 | 0,00800 |
| 16 | 9,5 | 0,96 | 0,113 | 0,00750 | 24 | 13,9 | 1,32 | 0,135 | 0,00670 |
| | | | | | 28 | 17,9 | 2,24 | 0,222 | 0,00870 |
| | | | | | 32 | 18,7 | 1,48 | 0,118 | 0,00472 |

При вывозке хлыстов нагрузка от комлей на коник автомашины для одинакового объема веза будет меньше, чем при $\rho = \text{const}$, а на коник полуприцепа (прицепа) от вершин значительно больше. При тряске и возникновении динамических сил нагрузка на коник автоприцепа существенно возрастет. Большой плотностью вершинной части хлыстов в сравнении с постоянной и, как следствие, большей массой и нагрузкой на коник (перегрузкой) автоприцепа можно, по-видимому, объяснить наблюдаемые их повреждения.

Аналогичная методика расчета на прочность средств трелевки и вывозки может быть применена и при разработке сосновых древостоев.

Учет переменной массы стволов (хлыстов) в расчетах трелевочных и лесовозных средств на механическую прочность позволит повысить их надежность.

Материал, изложенный в статье, желательно включить в учебники по расчету и конструированию машин для лесозаготовок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Закревский П.Б.* Изменение объемного веса ствола и кроны растущих деревьев по высоте /П.Б. Закревский// Вопросы технологии и механизации лесосечных работ. – Химки: ОНТИ, 1972. – Вып. 123. – С. 103–111.

2. *Коротяев Л.В.* Исследование плотности свежесрубленной древесины северной ели / Л.В. Коротяев // Лесн. журн. – 1982. – № 3. – С. 35–40. – (Изв. высш. учеб. заведений).

3. *Коротяев Л.В.* Параметры деревьев и хлыстов как объектов лесозаготовительного производства: учеб. пособие / Л.В. Коротяев. – Л.:ЛТА, 1982. – 80 с.

4. *Коротяев Л.В.* Природные характеристики деревьев и хлыстов: справ. материалы / Л.В. Коротяев. – Архангельск: ИПП «Правда Севера», 1998. – 100 с.

5. *Менделеев Д.И.* Труды по сельскому хозяйству и лесоводству /Д.И. Менделеев. – М., 1954.

г. Архангельск

Поступила 31.01.03

L.V. Korotyaev

To Strength Analysis of Skidding and Hauling Facilities

Change of spruce wood density along its stem length with increase in 1.3-1.5 times from butt to top is provided. The intensity of stem mass change along its length is set and mathematically described as beams with irregularly distributed load on bunks of skidders and forest trucks.



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.093

С.П. Исаев

Исаев Сергей Петрович родился в 1960 г., окончил в 1982 г. Хабаровский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообработки Хабаровского государственного технического университета. Имеет около 50 печатных работ в области рационального и комплексного использования древесины на основе оптимального раскроя и процессов склеивания.



АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ БАЗИРОВАНИЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ПЕРЕД ОБРАБОТКОЙ*

Приведено аналитическое решение задачи об определении центров базирования круглых лесоматериалов перед обработкой; доказана возможность автоматизированной оценки применения единичного круглого лесоматериала, предназначенного для обработки и получения конкретного вида продукции с максимальным объемом выходом на этапе, предшествующем раскрою хлыста.

Ключевые слова: *круглый лесоматериал, кривизна сортимента, базирование, объем продукции.*

Геометрические характеристики (длина, диаметр) древесного сырья во многом определяют геометрические параметры производимой продукции (длина, ширина, толщина), которые установлены в строго определенных пределах. Наибольший количественный выход продукции, к которому необходимо стремиться в процессе производства, возможно обеспечить только в том случае, когда способ базирования круглого лесоматериала и закон его перемещения (надвигание на режущий инструмент в процессе обработки) будут строго соответствовать характеру раскроя, обусловленному теоретическими расчетами. Таким образом, решение задачи базирования бревен, чураков и других сортиментов в первую очередь связано с повышением точности процесса обработки.

Вопрос решения задачи базирования круглых лесоматериалов с использованием процесса оцилиндровки перед их раскроем на продукцию

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования РФ в форме гранта (шифр Т02 – 11.4 – 2151).

рассматривался многими исследователями [1, 2, 6]. Решение задачи определения центров базирования круглых лесоматериалов, позволяющих повысить выход пиломатериалов и шпона, остается актуальным и отражено в ряде работ [3–5].

Сложность задачи состоит в том, что из-за неправильной формы, вызываемой кривизной, сбегом, эллиптичностью сечений и другими дефектами, боковая поверхность круглого древесного сортимента не может быть использована как базовая.

В работе [4] в целях упрощения были сделаны следующие допущения: влияние сбега не учитывалось; кривизна на всем участке поверхности бревна постоянна, т.е. представляет собой часть окружности определенного радиуса; наибольшая величина стрелы прогиба приходится на середину бревна.

В работе [3] решали следующую задачу: в поверхность, описывающую криволинейное бревно (чурак) требуется вписать цилиндр максимального объема. Решение ее в ряде случаев обеспечивало максимизацию объема вписанного цилиндра, но при этом его длина оказывается меньше длины сортимента. Это не обеспечивало получение пиломатериалов полной длины, а в случае производства лущеного шпона укорочение чурака вообще неприемлемо, так как расстояние между шпинделями строго ограничено.

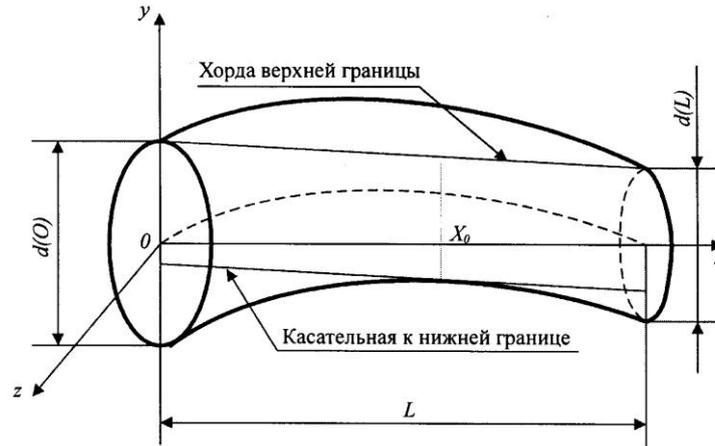
По материалам ранее проведенных исследований [3] сформулируем задачу следующим образом: в поверхность криволинейного сортимента требуется вписать цилиндр максимального объема при условии, что его длина равна длине сортимента; определить смещение центров оснований цилиндра (центры базирования) относительно геометрических центров торцов сортимента.

Примем следующие допущения: торцы сортимента параллельны друг другу; сечения, параллельные торцам, имеют форму круга; сортимент имеет простую кривизну; сортимент имеет сбег (уменьшение диаметра) в одном направлении.

Выбираем координатную систему (см. рисунок), ось Ox которой проведена через геометрические центры торцов сортимента, ось Oy – в направлении искривления сортимента, ось Oz – перпендикулярно осям Ox и Oy .

Если решение задачи о центрах базирования существует и единственное, то в силу симметрии выбранной модели сортимента в направлении оси Oz можно считать, что центры базирования лежат в плоскости $z = 0$. Пусть L – длина сортимента, $d(x)$ – диаметры сечений при $x = \text{const}$ и $y = \bar{y}(x)$ при $0 \leq x \leq L$ (уравнение центров сечений).

Сформулируем предположения о форме сортимента и выборе координатной системы в виде уравнений и неравенств относительно функций $d(x)$, $\bar{y}(x)$.



Координатная схема определения центров базирования

Условие прохождения оси Ox через геометрические центры торцов имеет вид

$$\bar{y}(0) = \bar{y}(L) = 0; \tag{1}$$

условие уменьшения диаметра сортимента в направлении от комля к вершине

$$d'(x) < 0; \tag{2}$$

условие искривления сортимента только в одну сторону в положительном направлении оси Oy

$$\begin{cases} \bar{y}''(x) + \frac{d''(x)}{2} < 0 \\ \bar{y}''(x) - \frac{d''(x)}{2} < 0 \end{cases} \tag{3}$$

Уравнения границы сечения сортимента плоскостью $z = 0$:
верхней

$$y = \bar{y}(x) + \frac{d(x)}{2}; \tag{4}$$

нижней

$$y = \bar{y}(x) - \frac{d(x)}{2}. \tag{5}$$

Покажем, что из условий (1) – (3) следует, что

$$-\frac{d(0) - d(L)}{2L} < \bar{y}'(0) - \frac{d'(x)}{2}. \tag{6}$$

Действительно, с учетом условия (1) имеем

$$-\frac{d(0) - d(L)}{2L} = \frac{\frac{d(L)}{2} - \frac{d(0)}{2}}{L} = \frac{\left(y(L) + \frac{d(L)}{2}\right) - \left(\bar{y}(0) + \frac{d(0)}{2}\right)}{L}. \tag{7}$$

По формуле Лагранжа найдется такое ξ , при котором $0 < \xi < L$, т.е.

$$\frac{\left(y(L) + \frac{d(L)}{2}\right) - \left(\bar{y}(0) + \frac{d(0)}{2}\right)}{L} = \bar{y}'(\xi) + \frac{d'(\xi)}{2}. \quad (8)$$

Далее из условия (2) следует, что $\bar{y}'(\xi) + \frac{d'(\xi)}{2} < y'(\xi) < \bar{y}'(\xi) - \frac{d'(\xi)}{2}$.

Так как второе из условий (3) означает, что функция $\bar{y}'(\xi) - \frac{d'(\xi)}{2}$ убывает, то можно записать следующее выражение: $\bar{y}'(\xi) - \frac{d'(\xi)}{2} < \bar{y}'(0) - \frac{d'(0)}{2}$.

Таким образом, из условий (1) – (3) действительно следует неравенство (6).

Так как функция $\bar{y}'(x) - \frac{d'(x)}{2}$ убывает, следовательно она достигает своего наибольшего значения при $x = 0$, наименьшего – при $x = L$. Тогда имеет место неравенство

$$\bar{y}'(L) - \frac{d'(L)}{2} \leq -\frac{d(0) - d(L)}{2L} \quad (9)$$

или

$$\bar{y}'(L) - \frac{d'(L)}{2} > -\frac{d(0) - d(L)}{2L}. \quad (10)$$

Если имеет место неравенство (9), то из неравенства (6) и монотонного убывания функции $\bar{y}'\left(x_0 - \frac{d'(x)}{2}\right)$ следует, что найдется такое x_0 из области $0 < x_0 \leq L$, при котором

$$-\frac{d(0) - d(L)}{2L} < \bar{y}'(x_0) - \frac{d'(x_0)}{2}. \quad (11)$$

Знак равенства в (9) означает, что $x_0 = L$.

Неравенство (9) является условием единственности решения задачи о центрах базирования. Условие существования решения:

$$\bar{y}(x_0) - \frac{d(x_0)}{2} < \frac{d(0)}{2} + \frac{d(L) - d(0)}{2} x_0. \quad (12)$$

Геометрический смысл условия (12) заключается в том, что хорда верхней границы находится выше касательной к нижней границе в точке x_0 .

Если решение задачи существует и единственно, т.е. выполнены условия (9) и (12), то диаметр наибольшего вписанного цилиндра равен расстоянию от касательной к нижней границе в точке x_0 до хорды верхней границы:

$$d_{ц.к} = \left(\frac{d(0)}{2} + \frac{d(L) - d(0)}{2L} x_0\right) - \left(\bar{y}(x_0) - \frac{d(x_0)}{2}\right)$$

или

$$d_{ц.к} = \frac{d(0)}{2} \left(1 - \frac{x_0}{L} \right) + \frac{d(L)}{2} \cdot \frac{x_0}{L} - \left(\bar{y}(x_0) - \frac{d(x_0)}{2} \right). \quad (13)$$

Смещение центра базирования относительно его геометрического центра:

в комлевом торце сортифта

$$\Delta = \frac{d(0)}{2} - \frac{d_{ц.к}}{2}. \quad (14)$$

в вершинном торце сортифта

$$\sigma = \frac{d(L)}{2} - \frac{d_{ц.к}}{2}. \quad (15)$$

Если выполняется неравенство (10), то наклон касательной к нижней границе в любой точке больше наклона хорды к верхней границе и решение неединственно. В этом случае

$$d_{ц.к} = a(L);$$

$$\sigma = 0;$$

$$\Delta - \text{любое из промежутка } - \left(\bar{y}'(L) - \frac{a'(L)}{2} \right) L \leq \Delta \leq \frac{a(0)}{2} - \frac{a(L)}{2}.$$

Полученное аналитическое решение задачи о нахождении центров базирования указывает на многовариантность их расположения на торцах сортифта, которое зависит от $d(0)$, $d(L)$, L , а также от кривизны сортифта, характеризующейся величиной прогиба, и расстояния между комлевым торцом сортифта и точкой максимального прогиба.

Аналитическое решение позволяет создать математический аппарат, на основе которого появляется возможность автоматизированной оценки применения каждого конкретного бревна для производства пиломатериалов полной длины и каждого конкретного чурака для производства шпона с максимальным объемным выходом, причем эта оценка может быть осуществлена на этапе раскря хлыста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копейкин А.М. Перспективы развития технологии лесопиления / А.М. Копейкин. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 104 с.
2. Пигильдин Н.Ф. Оцилиндровка круглых лесоматериалов: обзор. информ. / Н.Ф. Пигильдин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1990. – 44 с.
3. Розенблит М.С. Оптимизация раскря пиловочного сырья: дисс. ... д-ра техн. наук / М.С. Розенблит. – М.: МЛТИ, 1990. – 338 с.
4. Ступнев Г.К. Новые принципы базирования круглых лесоматериалов при механической обработке: обзор. информ. / Г.К. Ступнев. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1978. – 58 с.
5. Шулепов И.А. Центровка чураков в производстве фанеры: обзор. информ. / И.А. Шулепов, В.Н. Романов. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979. – 36 с.

6. *Springate N.* Shaping-lathe roundup machine is key to profitable manufacture of composite sheathing panels in massachusetts or main / N. Springate, I. Plough, P. Koch // *Forest Products Journal*/ – 1978. – Vol. 28, N. 10. – P. 42 – 47.

Хабаровский государственный
технический университет

Поступила 12.11.03

S.P. Isaev

Analytical Solution of Task on Roundwood Stationing before Processing

The analytical solution of the task on determination of stationing centers of roundwood before processing is provided. The possibility of automated assessment of single roundwood use designed for processing and producing a specific product type with maximum yield volume is proved at the stage prior to the tree-length cutting.

УДК 65.011.56:674.093

И.И. Иванкин

Иванкин Илья Игоревич родился в 1971 г., окончил в 1994 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования лесного комплекса Архангельского государственного технического университета. Имеет более 30 печатных работ в области совершенствования лесопильного оборудования и инструмента.



ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Рассмотрены 20 принципов, которые необходимо учитывать при создании гибких автоматизированных лесопильных линий.

Ключевые слова: принцип, автоматизированные, создание, гибкие автоматизированные лесопильные линии, производственные системы.

Повышение эффективности современного лесопильного производства возможно только с использованием передовых достижений науки, техники и технологий.

Анализ развития лесопильного производства показывает, что гибкие автоматизированные линии наилучшим образом удовлетворяют требованиям высокой производительности и ресурсосбережения. Они решают проблемы конкурентоспособности пилопродукции на мировом рынке, обеспечивают высокую рентабельность производства и его эффективность.

В работах [1, 6, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 20] упоминается о целесообразности и актуальности создания гибких автоматизированных лесопильных линий (ГАЛЛ). За рубежом уже имеется определенный опыт их создания и эксплуатации. ГАЛЛ являются составной частью гибких производственных систем (ГПС) [4], которые считаются одним из приоритетных направлений развития науки и техники. В России ГПС отнесены к критическим технологиям федерального уровня [12].

Под ГАЛЛ понимают совокупность лесопильного и вспомогательного оборудования, работающего под управлением средств вычислительной техники, в условиях поступления пиловочного сырья с разными размерно-качественными характеристиками. При этом получают пиломатериалы требуемой номенклатуры и количества с минимальными затратами сырья, энергии, материалов и трудовых ресурсов. Особенность ГАЛЛ заключается в том, что план и режимы раскрытия пиловочного сырья можно изменять и осуществлять в автоматизированном режиме (с ограниченным участием человека).

ГАЛЛ – это сложная система модульного лесопильного и фрезерного оборудования с устройствами позиционирования; вспомогательного тех-

нологического оборудования; устройств для определения размерно-качественных характеристик поступающего сырья, ориентирования и подачи его к обрабатываемому оборудованию; автоматизированных систем оценки качества получаемых пиломатериалов и систем управления элементами линии.

В настоящее время в передовых странах обозначился переход промышленности от автоматизации отдельных элементов производственного процесса («лоскутная», «островная» или «кусочная» автоматизация) к комплексной автоматизации на всех уровнях производства (компьютеризированное интегрированное производство). Для лесопиления это открывает пути решения сложившегося противоречия между высокой производительностью и рациональным использованием древесного сырья при минимуме переместительных операций. Для решения этой задачи учитывают свойства, которыми должны обладать ГАЛЛ:

- 1) способность к быстрой автоматизированной переналадке на различные виды сырья и продукции;
- 2) наличие оборудования, способного реализовать технологические процессы на основе высокой степени интеграции производства;
- 3) выпуск конкурентоспособной и высокоэкономичной пилопродукции.

Немаловажным является социальный аспект использования ГАЛЛ, как составной части ГПС, которые способствуют решению проблемы улучшения условий труда работающих. Это создает предпосылки для постепенного стирания граней между умственным и физическим трудом, стимулирует повышение профессионального уровня работающих, создает объективные условия для повышения производительности [11].

Проектирование ГАЛЛ требует понимания принципов их создания и эффективного использования. Принципы построения ГПС машиностроительных производств и автоматизированных систем управления (АСУ) известны и приведены в соответствующих источниках [3, 5, 11, 16, 19], но в научной и учебной литературе нет их полного перечня. Кроме того, лесопильная промышленность, в частности ГАЛЛ, имеют свою специфику, поэтому целью статьи является формулирование общих принципов создания ГАЛЛ. Следует отметить, что это должно проводиться в рамках единого методологического подхода, основанного на использовании информационных технологий. Общие принципы этого подхода состоят в следующем.

1. *Принцип системности.* ГАЛЛ, как составная часть лесопильного производства представляет собой сложную производственную систему, состоящую из взаимосвязанных подсистем: технологической, транспортно-складской, управления, контроля и др. Для обеспечения высокой эффективности использования ГАЛЛ необходим системный подход к их созданию. Методология системного подхода требует рассматривать ГАЛЛ не только как самостоятельную систему, но и как подсистему лесопильного производства с учетом всех необходимых внутренних и внешних взаимосвязей.

Например, на состав оборудования ГАЛЛ оказывают влияние объемы распиливаемой древесины, ее размерно-качественные характеристики, требования потребителей, традиции конкретного лесопильного предприятия и др. Применение ГАЛЛ, в свою очередь, приводит к снижению затрат на содержание складов бревен (за счет предельного упрощения операции их сортировки перед распиловкой до 2–4 градаций диаметров или исключения сортировки) и пиломатериалов (вследствие выполнения идентификации и маркировки получаемых пиломатериалов в лесопильном цехе, например, с использованием системы меток, или штрих-кодов, и применением настройки оборудования ГАЛЛ на максимальный спецификационный выход, что уменьшает число одновременно получаемых сечений пиломатериалов при некотором снижении объемного выхода).

Системный подход позволяет находить подобные структуры, свойства и явления, относящиеся к системам из различных областей. Можно провести определенную аналогию между ГАЛЛ и гибкими автоматизированными линиями машиностроительного производства, что способствует переносу накопленного опыта из машиностроения в лесопиление.

2. *Принцип безбумажной информатики.* Он базируется на положениях, сформулированных акад. В.М. Глушковым [2]: автоматизация документооборота, единая информационная база, одноразовый ввод данных, динамическая целостность и др.

При проектировании систем управления ГАЛЛ необходимо создание проблемно-ориентированных автоматизированных баз данных, которые в процессе работы ГАЛЛ находятся в состоянии непрерывного обновления.

Автоматизированные базы данных могут содержать информацию о возможных поставках для определенных групп диаметров бревен; требуемой спецификации получаемых пиломатериалов и их стоимости; объемах переработанной древесины; выходе, номенклатуре, количестве и стоимости полученных пиломатериалов; простоях оборудования; расходе электроэнергии, инструмента и др. Эта информация используется для автоматического программирования и управления технологическим оборудованием ГАЛЛ, а также для решения целого комплекса информационно связанных производственных и экономических задач.

Создание специализированных баз данных необходимо для эффективного управления, при котором один раз введенная информация может многократно использоваться на различных уровнях управления производством.

3. *Принцип гибкости.* В целом понятие «гибкость» можно определить как возможность быстрой реакции на внешние и внутренние «возмущения» [5]:

по заданию извне переходить на выпуск пиломатериалов требуемой номенклатуры и количества;

план раскроя бревен с разными размерно-качественными характеристиками может изменяться и осуществляться в автоматизированном режиме с учетом максимального выхода пиломатериалов.

4. *Принцип совмещения высокой производительности и гибкости.* Производительность ГАЛЛ сравнима по производительности с линиями на основе многопильных (с постоянным поставом пил) лесопильных станков, а по гибкости – с однопильным оборудованием, что открывает большие возможности для интенсификации лесопильного производства.

5. *Принцип адаптации.* В основе адаптивного управления лежит принцип обратной связи с самонастройкой [15, 16]. Согласно этому принципу система управления строится так, что вырабатываемые ей управляющие воздействия в каждый момент времени зависят от производственной обстановки (размерных характеристик распиливаемого бревна, его гидротермического состояния, размеров получаемых пиломатериалов и др.) и состояния оборудования ГАЛЛ (режущий инструмент, скорость подачи, резания и др.).

Источником сигналов обратной связи служат датчики системы управления ГАЛЛ. Информация с этих датчиков непрерывно анализируется. Если качество управления оказывается неудовлетворительным (например размеры получаемых пиломатериалов вышли за границу допуска), то осуществляется настройка системы управления, при этом могут регулироваться скорости подачи и резания, корректироваться позиционирование режущего инструмента, даваться команда на смену режущего инструмента или на остановку линии и др.

6. *Принцип оптимальности.* Важнейшими критериями оптимальности ГАЛЛ являются максимальные выход пиломатериалов (объемный, стоимостный, качественный или спецификационный) и загрузка оборудования, а также минимальная продолжительность производственного цикла.

7. *Принцип эффективности.* Заключается в достижении рационального соотношения между затратами на создание ГАЛЛ и целевыми эффектами, получаемыми при их функционировании.

На практике возможна реализация большого количества вариантов ГАЛЛ [13], различающихся по структуре, типам применяемого лесопильного оборудования, степени автоматизации и др. Для выбора наиболее эффективного варианта для конкретного предприятия с учетом его производственных условий необходимо составить конечное множество возможных вариантов ГАЛЛ и расчет для каждого из них достаточно обоснованного экономического показателя [18] – удельных приведенных затрат S (на 1 м³ пиломатериалов или на 1 руб выручки от реализации продукции):

$$S = \frac{E + aK}{V} \quad \text{или} \quad S = \frac{E + aK}{R},$$

где E – сумма текущих затрат на производство годового объема продукции;

a – коэффициент эффективности капитальных вложений;

K – капитальные вложения, включающие затраты на проектные и монтажные работы;

V – суммарный объем пиломатериалов;

R – выручка от реализации продукции лесопиления.

Вариант ГАЛЛ с наименьшими удельными приведенными затратами будет наиболее эффективным.

8. *Принцип иерархичности.* Методологической основой проектирования системы управления ГАЛЛ является принцип иерархической декомпозиции [16], который предусматривает построение многоуровневой структуры.

Главное достоинство этого принципа заключается в том, что он позволяет свести сложную задачу управления к более простым иерархически связанным задачам. На нижнем уровне управления находятся отдельные приводы, на среднем – гибкие автоматизированные модули, на высшем – ГАЛЛ, цеха и лесопильное предприятие в целом.

Среди задач системы управления ГАЛЛ можно отметить следующие: определение размерно-качественных характеристик сырья; его ориентирование и подача к режущему инструменту; позиционирование модулей на размеры выпиливаемых пиломатериалов; согласование работы элементов линии; диагностика состояния оборудования; обработка аварийных ситуаций.

Проектирование систем управления с позиций принципа иерархической декомпозиции позволяет распараллелить все вышеперечисленные процессы и обеспечить возможность управления ГАЛЛ в реальном времени.

9. *Принцип модульности.* При создании ГАЛЛ необходимо выполнить большой объем работ, поэтому экономически не оправдано их индивидуальное проектирование. Суть принципа модульности заключается в том, что при проектировании ГАЛЛ следует использовать: модульное технологическое оборудование, типовые датчики и линии связи, средства вычислительной техники, программные модули для систем управления и т. п.

6*

В мировой практике машиностроения создано большое число унифицированных модулей для гибких автоматизированных машиностроительных производств [16].

К достоинствам модульного подхода относятся: простота и дешевизна разработки, освоения, эксплуатации и ремонта элементов линий; возможность быстро создавать из типовых модулей различные компоновки ГАЛЛ, а также оперативно заменять отдельные модули более совершенными или вводить новые.

10. *Принцип преимущественной программной настройки.* При поступлении пиловочного сырья с разными размерно-качественными характеристиками оборудование ГАЛЛ в большинстве случаев должно настраиваться на размеры выпиливаемых материалов автоматически с учетом плана раскроя и максимального выхода пиломатериалов. Перенастройка модулей на размеры выпиливаемых материалов с учетом характеристик сырья вручную допустима в минимальных объемах и только в случаях очевидной экономической неэффективности реализации программной настройки.

11. *Принцип интеграции.* Заключается в органическом соединении производственных процессов и автоматизированных систем, их слиянии в единый производственный процесс и единую систему управления [11]. Раз-

витие работ в данном направлении в конце 80-х – начале 90-х годов привело к появлению понятия компьютеризированного интегрированного производства (КИП). Концепция КИП подразумевает новый подход к организации и управлению производством, новизна которого заключается не только в применении компьютерных технологий для автоматизации технологических процессов, но и в создании интегрированной информационной системы предприятия [8]. Предприятие едино, поэтому необходимо, чтобы все его подразделения функционировали в едином информационном пространстве. Информация относится к одному из важнейших ресурсов предприятия. Интеграция систем автоматизации предприятия должна идти в двух направлениях: горизонтальном и вертикальном.

Горизонтальная интеграция подразумевает объединение между собой всех систем автоматизации цехового уровня (автоматизированных систем управления технологическими процессами – АСУТП) в информационную сеть, при этом происходит объединение всего производственного цикла в единую, согласованно действующую систему. Для лесопильных предприятий – это объединение систем автоматизации склада сырья, лесопильного цеха, склада сырых пиломатериалов, цеха сушки, склада готовой продукции, инструментального цеха и др. Главными целями горизонтальной интеграции являются: обеспечение в реальном времени необходимого обмена данными между всеми подразделениями основного и вспомогательного производства, а также организация системы учета и контроля.

Вертикальная интеграция – это объединение автоматизированных систем управления предприятием (АСУП) и АСУТП для обмена данными. В результате объединения промышленных и офисных сетей администрация предприятия (руководители и главные специалисты) получает доступ к объективной производственной информации (объемы произведенной продукции, расход сырья, загрузка оборудования, простои и т.д.) и имеет возможность оперативно влиять на производственные процессы.

Система управления ГАЛЛ должна соответствовать концепции компьютеризированного интегрированного производства, т.е. удовлетворять требованиям открытости, стандартизации и унификации, масштабируемости и универсальности.

12. *Принцип совместимости.* Он состоит в том, что технические, технологические, информационные, эксплуатационные, энергетические и другие характеристики элементов ГАЛЛ должны обеспечивать их совместное функционирование [11]. Все компоненты ГАЛЛ должны удовлетворять требованиям гибкой автоматизации.

Технологическая совместимость обеспечивает технологическое единство всех элементов ГАЛЛ. Она предусматривает выполнение определенных требований к технологии, основному и вспомогательному оборудованию.

Информационная совместимость подсистем системы управления ГАЛЛ подразумевает их оптимальное взаимодействие при выполнении заданных функций. В условиях постоянного роста стоимости программного

обеспечения АСУ, во все больших пропорциях превышающей стоимость технических средств [16], особое значение приобретает внутренняя и межуровневая программная совместимость.

Эксплуатационная совместимость обеспечивает согласованность показателей работы основного и вспомогательного оборудования ГАЛЛ, его надежности и т.д.

Энергетическая совместимость: при создании ГАЛЛ необходимо стремиться к минимальному количеству используемых видов энергии (электрической, сжатого воздуха и др.).

13. *Процессный подход к планированию работ и этапность их проведения.* Создание и внедрение ГАЛЛ представляет собой большой комплекс научно-исследовательских, проектных, строительных, монтажно-наладочных работ, испытаний, опытную эксплуатацию, а также подготовку и обучение персонала.

Методологической основой планирования работ по созданию и внедрению ГАЛЛ служит сетевое планирование, результатом которого является план-график проведения работ.

14. *Принцип развития.* Необходимо предусматривать в проектных решениях возможности расширения и модификации элементов ГАЛЛ путем доработки технических и программных средств, что предполагает их поэтапное развитие.

15. *Принцип стандартизации и унификации.* Заключается в рациональном применении типовых, унифицированных и стандартизованных элементов при создании и модернизации ГАЛЛ.

16. *Принцип универсальности.* Основан на применении универсального оборудования и программного обеспечения. Создавая ГАЛЛ, необходимо учитывать не только специфику конкретного предприятия, но и возможность их тиражирования на лесопильных предприятиях с различными производственными условиями, что требует разработки универсальных технических решений в области используемого основного и вспомогательного технологического оборудования, систем управления и др. Данный принцип оказывает влияние на затраты по созданию ГАЛЛ и, в конечном итоге, на себестоимость продукции.

17. *Принцип комплексности.* Комплексность подразумевает автоматизацию и связанность систем автоматизации всех подсистем ГАЛЛ (технологическая, транспортно-складская, управления, учета, контроля и др.).

Если пропустить автоматизацию отдельных подсистем ГАЛЛ, то это приведет к снижению эффективности работы линии в целом.

18. *Принцип новых задач.* Прямая автоматизация без компьютерной технологии обработки информации и принятия решений, как правило, не дает существенного положительного эффекта. При создании и внедрении ГАЛЛ необходимо руководствоваться современными методами управления производством. Применение современных средств вычислительной техники и информационных технологий позволяет реализовывать новые способы планирования и управления [7].

19. *Принцип первого руководителя.* Внедрение ГАЛЛ должно осуществляться под контролем первого руководителя предприятия или одного из высших руководителей, так как только первое лицо имеет право и возможность решать или поручать решение любого вопроса, возникающего при внедрении [7].

Основной целью создания ГАЛЛ является повышение эффективности социально-экономического функционирования лесопильного предприятия, поэтому руководить такими работами должен не специалист в какой-то определенной области, а только тот специалист, который может охватить всю проблему, стоящую перед предприятием в целом, глубоко знающий цели и задачи, узкие места в его работе, т.е. первый руководитель [7].

20. *Принцип подготовленности.* Предприятия, на которых будут эксплуатироваться ГАЛЛ должны быть подготовлены к их внедрению. Внедрение ГАЛЛ не даст эффекта в случае, если не будут реализованы все имеющиеся на предприятии резервы, не достигнута высокая культура производства, отсутствуют квалифицированные кадры.

Принцип подготовленности ставит перед высшей школой задачу подготовки специалистов по разработке и эксплуатации ГАЛЛ.

Выводы

Вышеперечисленные принципы нельзя считать абсолютной истиной, а только лишь инструментом, который позволяет подсказать, что необходимо для успешного создания и внедрения ГАЛЛ. Некоторые из этих принципов тесно взаимосвязаны, поэтому провести строгую границу между ними затруднительно.

В рассматриваемой проблеме есть еще много нерешенных научных, технических, технологических, организационных и др. вопросов. Первоочередной задачей является разработка научно-технических основ создания ГАЛЛ, а на их базе – проектирование ГАЛЛ как для реконструируемых, так и для новых лесопильных производств. Если учесть при этом объективно существующее отставание от передовых стран в этой области отечественной науки и техники, то реализация данной идеи требует организации качественного скачка, прорыва по ряду направлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виллистон Э.* Производство пиломатериалов (конструирование и технология на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях) / Э. Виллистон; перевод с англ., под ред. С.М. Хасдана. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 384 с.
2. *Глушков В.М.* Основы безбумажной информатики / В.М. Глушков. – М.: Наука, 1982. – 552 с.
3. ГОСТ 24.103–84. Автоматизированные системы управления. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 4 с.
4. ГОСТ 26228–90. Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 11 с.

5. Довбня Н.М. Роботизированные технологические комплексы в ГПС / Н.М. Довбня, А.Н. Кондратьев, Е.И. Юревич. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1990. – 303 с.
6. Калитеевский Р.Е. Направления научно-технического прогресса в лесопилении / Р.Е. Калитеевский // Лесн. журн. – 1986. – № 6. – С. 51 – 55. – (Изв. высш. учеб. заведений).
7. Кнорринг В.И. Теория, практика и искусство управления: учеб. для вузов по спец. «Менеджмент» / В.И. Кнорринг. – 2-е изд., изм. и доп. – М.: НОРМА, 2001. – 528 с.
8. Концепция внедрения CALS в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cals.ru/annotation/concept_R/index.html (17.01.05).
9. Контроль качества в лесопильном производстве: под ред. Т. Броуна; пер. с англ. В.В. Амалицкого – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 224 с.
10. Кузнецов В.М. Автоматизация установочных перемещений в деревообрабатывающих станках / В.М. Кузнецов. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 184 с.
11. Медведев В.А. Технологические основы гибких производственных систем: учеб. для машиностроит. спец. вузов / В.А. Медведев [и др.]; под ред. Ю.М. Соломенцева. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2000. – 255 с.
12. Приоритетные направления развития науки и техники. Критические технологии федерального уровня. – М.: ЦИСН, 1997. – 11 с.
13. Прокофьев Г.Ф. Гибкие автоматизированные лесопильные линии / Г.Ф. Прокофьев, И.И. Иванкин // Деревообаб. пром-сть. – 2004. – № 6. – С. 15 – 17.
14. Прокофьев Г.Ф. Интенсификация пиления древесины рамными и ленточными пилами / Г.Ф. Прокофьев. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 240 с.
15. Соболев И.В. Статистический контроль качества рамной распиловки / И.В. Соболев. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 104 с.
16. Тимофеев А.В. Адаптивные робототехнические комплексы / А.В. Тимофеев. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1988. – 332 с.
17. Турушев В.Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов / В.Г. Турушев. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 208 с.
18. Фергин В.Р. Проблема выбора гибкой технологии лесопиления / В.Р. Фергин // Деревообаб. пром-сть. – 2000. – № 2. – С. 3 – 5.
19. Черпаков Б.И. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы: практ. пособие. В 14 кн. Кн. 10. Гибкие автоматизированные линии массового и крупносерийного производства / Б.И. Черпаков [и др.]; под ред. Б.И. Черпакова. – М.: Высш. шк., 1989. – 112 с.
20. Шатилов Б.А. Лесопиление за рубежом / Б.А. Шатилов. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 96 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 31.05.04.

I.I. Ivankin

Principles of Creating Flexible Automated Saw Lines

Twenty principles to be taken into account when creating flexible automated saw lines are considered.

УДК 674.812.2

В.А. Шамаев

Шамаев Владимир Александрович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Воронежский государственный университет, доктор технических наук, профессор кафедры древесиноведения Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 160 печатных трудов в области древесиноведения и модифицирования древесины.



ПРОБЛЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Приведен анализ состояния вопроса химико-механической модификации древесины по технологии, предложенной Воронежской государственной лесотехнической академией.

Ключевые слова: древесины, мягкие породы, модифицирование, пропитка, прессование, технология, оборудования.

Модификация – внесение прогрессивных изменений, преобразование производства, техники, создание улучшенного варианта, новой методики.

Модифицированной называют такую древесину, которая обладает повышенными физико-механическими свойствами по сравнению с необработанной древесиной за счет воздействия на нее в процессе обработки температуры, давления и химических веществ.

Цель статьи – изучить возможность выпуска модифицированной древесины за счет улучшения качества исходного сырья, совершенствования технологии и др.

1. Перспективы выпуска модифицированной древесины.

Начало нынешнего столетия характеризуется оживлением спроса на изделия из модифицированной древесины. Если до 2000 г. производство модифицированной древесины не превышало 1 тыс. м³ в год (200 м³ – Россия, 200 м³ – Словакия, 300 м³ – Западная Европа, 250 м³ – США и Япония), то в настоящее время эта цифра приближается к 3 тыс. м³. По производству модифицированной древесины Россия вышла на уровень 1500 м³, став самым крупным производителем. Древесину термомеханического модифицирования выпускает Костеревский комбинат пластмассовых изделий Владимирской области (200 м³ в год), древесину химико-механического модифицирования марки Дестам – Воронежское ООО ОЛМИ (1300 м³ в год). Преимущества модифицированной древесины, разработанной в Воронежской лесотехнической академии и освоенной фирмой ОЛМИ:

высокое качество и стабильные физико-механические характеристики выпускаемого бруса и досок;

огне- и биостойкость модифицированной древесины;

возможность варьирования физико-механических и декоративных характеристик выпускаемого бруса в зависимости от требований покупателя;
взаимозаменяемость исходного сырья;
экологическая чистота производства и продукции;
более низкая себестоимость по сравнению с аналогами;
возможность получать за 1 цикл большие объемы заготовок (15,0 м³ против 1,5 м³ и менее по другим известным технологиям);
низкий процент отходов.

Несомненным достижением в модифицировании древесины следует признать разработку технологии получения шпал, когда из сырой оцилиндрованной заготовки древесины мягких лиственных пород диаметром 25 см за сутки получают готовую шпалу плотностью 800 кг/м³ в установке, где совмещены операции сушки, пропитки антисептиком и прессования. Себестоимость этой шпалы такая же, как у сосновой [2].

В настоящее время объемы производства модифицированной древесины в России малы по сравнению с объемами переработки древесины твердых лиственных (8,5 млн м³) и импортных (300 тыс. м³) пород. Это обстоятельство вызвано рядом нерешенных проблем как в технологии модифицирования, так и в свойствах получаемой модифицированной древесины.

В настоящей работе предпринята попытка сформулировать эти проблемы и наметить возможные пути их разрешения.

2. Качество исходного сырья.

В качестве исходного сырья применяют здоровую ствольную часть древесины мягких лиственных пород диаметром 12 ... 25 см, более крупные сортименты не используют, так как они имеют поражения гнилью в центральной части ствола. Так, при заготовке древесины диаметром до 25 см отбраковка по гнили составляет 20 %, диаметром 26 ... 50 см – уже 80 %. Поэтому для увеличения объемов вовлекаемой в переработку древесины необходимо при пропитке вводить в центральную зону ствола упрочняющие составы, например карбамидоформальдегидные смолы, позволяющие повысить прочность фаутной древесины до прочности здоровой. Известно, что древесина мягких лиственных пород, содержащая большое количество сучков, непригодна для использования в качестве конструкционного материала. Поэтому увеличение в 2-3 раза в результате модифицирования прочности самой древесины почти не увеличивает прочность на изгиб бруса длиной 4 м и более. Отсюда следует вывод, что для увеличения однородности бруса по прочности необходимо до стадии прессования вводить в сучки круглых оцилиндрованных пропитанных заготовок сшивающие составы, например поливинилацетатную дисперсию.

Такое решение позволит увеличить долю древесины, пригодной для модифицирования, с 30 до 80 % от объема заготавливаемой деловой древесины мягких лиственных пород (осина, ольха, тополь, береза и др.). На наш взгляд, стабильные сырьевые запасы древесины для модифицирования должны создаваться в плантационных хозяйствах, выращивающих за 10 лет

культуры тополей с диаметром ствола 30 см при ежегодной вырубке 10 ... 15 тыс. м³ тонкой древесины [4].

3. Совершенствование технологии.

Как известно, технология получения модифицированной древесины складывается из ряда последовательных операций (см. таблицу).

Как видно из таблицы, лимитирующей стадией является сушка пропитанной древесины. Совершенствование технологии будет заключаться либо в увеличении полезного объема сушильной камеры с 30 до 120 м³ (предельный объем сушилки модульного типа), либо в сокращении продолжительности сушки с 72 до 48 ч (теоретически минимальное время сушки – 36 ч) за счет использования вакуумно-импульсного способа с энергией СВЧ либо за счет того и другого.

Состав технологического процесса

| Этап | Продолжительность этапа, ч, для выпуска 1 м ³ продукции |
|---|---|
| Оцилиндровка круглого леса | 0,50 |
| Пропитка водным раствором карбамида | 0,50 |
| Сортировка и разрезание на полуцилиндры | 0,15 |
| Сушка и прессование заготовок | 48,00 |
| Строгание и калибровка | 0,60 |
| Калибровка | 1,00 |
| Обработка технической олифой | 0,10 |
| Маркировка и упаковка | 0,50 |

4. Качество получаемой древесины.

Вопросы качества нового материала, т.е. совокупность его физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств остается широким полем деятельности для ученых и технологов. Какие свойства модифицированной древесины еще требуют улучшения?

Декоративные свойства модифицированной древесины пока остаются на низком уровне: узкая цветовая гамма (от светло- до темно-коричневого), невыразительная текстура. Можно задавать практически любой цвет древесины при наличии операции сквозной пропитки с торца под давлением и большого выбора красителей и отбеливателей. Сложнее обстоит дело с текстурой. Для имитации таких пород, как палисандр, карельская береза и др., необходимо селективное воздействие на отдельные компоненты древесинного вещества (лигнин, целлюлоза и т.д.) и отдельные структурные элементы (сердцевинные лучи, межклеточное вещество, сосуды, волокна, либриформ). Достичь направленного изменения текстуры можно как сочетанием химической обработки с введением избирательных красителей с разной величиной молекул сорбента и растворителя, так и при использовании неравномерного прессования древесины.

Не решенными остаются вопросы применения модифицированной древесины как материала для подшипников. Низкая теплопроводность древесины позволяет применять ее только в тихоходных машинах и механизмах. Однако некоторые сообщения [1] о пропитке древесины теплопроводными жидкостями указывают, что теплопроводность может быть повышена в 20–30 раз и немного уступать теплопроводности металлов.

На уровне экспериментальных образцов решены вопросы увеличения прочности древесины до прочности стали [3]. Пластификация древесины аммиаком и последующее трехстороннее прессование в трех направлениях анизотропии до плотности древесинного вещества позволили получить материал с пределом прочности при сжатии до 220 МПа и статистической твердостью 250 МПа. Вопрос теперь сводится к организации мелкосерийного производства такой древесины.

Не получили решения и вопросы изготовления штампованных деталей из древесины. Хотя способы перевода древесины в сверхпластичное состояние известны, например обработка антигидридом масляной кислоты [4], они не вышли за рамки научных исследований. В таком же состоянии находятся разработки по приданию древесине «памяти формы», получению древесины с плотность бальзы в центрифуге [5].

В заключение хочется отметить, что разработанная в последние годы теория получения древесины с заданным набором свойств [5] позволяет с уверенностью говорить о том, что проблемы модифицирования древесины будут решены в ближайшие 10–20 лет, а производство модифицированной древесины создаст серьезную конкуренцию древесине твердых лиственных пород, в значительной мере вытеснив импорт особо ценной древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 1729745 СССР, МКИ В 27 К 3/05. Способ получения заготовок для втулок / Шамаев В.А., Бурлов С.А., Скульский В.С. // Бюл. изобретений. – 1992. – № 16. – С. 166.
2. Пат 2185958 РФ, МКИ Е 01 В 3/05. Способ получения деревянной шпалы / Шамаев В.А., Томин А.А., Сидельников А.И. // Бюл. изобретений. – 2002. – № 21. – С. 199.
3. Скориданов Р.В. Древесина с прочностью стали / Р.В. Скориданов // Технология и оборудование деревообработки в XXI веке: межвуз. сб. науч. тр. – Воронеж: ВГЛТА, 2003. – С. 105–107.
4. Шамаев В.А. Модификация древесины / В.А. Шамаев. – М.: Экология, 1990. – 126 с.
5. Шамаев В.А. Химико-механическое модифицирование древесины / В.А. Шамаев. – Воронеж: ВГЛТА, 2003. – 260 с.

Воронежская государственная
лесотехническая академия

Поступила 26.12.03

V.A. Shamaev

Problems of Producing Modified Timber

Analysis of the problem of chemical-mechanical wood modification according to the technology suggested by Voronezh Forest-technical Academy is provided.

УДК 624.02.001.24

Ю.А. Варфоломеев, Н.А. Елфимова

Варфоломеев Юрий Александрович родился в 1953 г., окончил в 1975 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерных конструкций и архитектуры Архангельского государственного технического университета, заслуженный деятель науки РФ. Имеет около 300 научных трудов в области обеспечения долговечности древесины в строительстве экологически безопасными методами.



Елфимова Наталья Алексеевна родилась в 1979 г., окончила в 2001 г. Архангельский государственный технический университет, ассистент кафедры инженерных конструкций и архитектуры АГТУ.



ВЛИЯНИЕ ДЕРЕВЯННОГО ШПИЛЯ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КУПОЛА КОЛОКОЛЬНИ СОЛОВЕЦКОГО КРЕМЛЯ

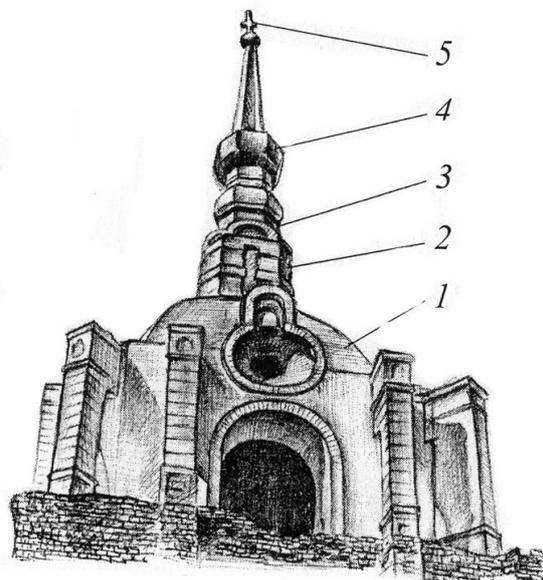
Проведено теоретическое исследование влияния деревянного шпиля четырехъярусной колокольни Соловецкого кремля на напряженное состояние купола из полнотелого керамического кирпича; установлено влияние ветровых нагрузок, особенно пульсационных.

Ключевые слова: деревянный шпиль, купол, эрозия, эксплуатационная нагрузка, усилия.

Четырехъярусная по высоте колокольня из полнотелого керамического кирпича, уложенного на известковом растворе, построена на территории Соловецкого кремля в XVIII в. Ее верхняя часть в виде полукупольного покрытия 4-го яруса звона с расположенным на нем барабаном-восьмериком является наиболее сложной конструкцией (рис. 1). В барабан заделан деревянный шпиль (4) с навершием в виде креста (5). Общая высота колокольни, включая крест, составляет 48,4 м. Отметка опорной части барабана (2) – 36,4 м, отметка основания купола в 4-м ярусе (1) – 23,35 м. Высота: барабана со шпилем – 19,1 м, барабана – 8,4 м, купола – 7,0 м; глубина заделки шпиля в барабан – 1,4 м; ширина основания – 7,6 м*.

* Пространственные и геометрические характеристики колокольни приняты по материалам архитектурного проекта ПО «Союзреставрация», выполненного в 1988 г. для Соловецкого государственного историко-архитектурного и природного музея-заповедника.

Рис. 1. Общий вид четвертого яруса колокольни Соловецкого кремля: 1 – купол; 2 – опорная часть барабана; 3 – верхняя часть барабана; 4 – деревянный шпиль; 5 – крест



Несколько десятилетий колокольня стояла без кровли. От непосредственного воздействия атмосферных осадков в суровых климатических условиях верхний слой кирпича на наружной поверхности купола сильно потрескался. Вследствие эрозии на некоторых участках (глубина до 100 мм) он состоит из отслоившихся обломков толщиной 5 ... 20 мм. Металлические затяжки в куполе разрушены, его состояние признано аварийным.

При разработке проекта реставрации объекта мнения исследователей, принимавших участие в экспертизе, разделились в оценке роли деревянного шпиля на напряженное состояние купола. Многие эксперты неправильно оценивали влияние, особенно, ветровых пульсационных нагрузок, действующих на Соловецких островах, на деревянный шпиль переменного сечения.

Цель настоящей работы – исследовать влияние эксплуатационных нагрузок деревянного шпиля на напряженное состояние купола колокольни.

Напряженно-деформированное состояние купола рассчитывали поэтапно, с выделением основных технологических элементов, которые представляют собой конструкцию (или ее часть), работающую как единая система. Элементы имеют постоянные жесткостные и деформационные характеристики в одной из плоскостей (как минимум) или по одной оси.

При расчете использовали модель полукупольного покрытия (квадратная в плане). Стойка переменной жесткости моделирует двухуровневый восьмерик с установленным на нем деревянным шпилем. Модель представляла собой стержень, жестко заделанный одним концом, он состоит из 3-х частей:

опорная часть восьмерика (высота 3,86 м, ширина 2,50 м), выполненная сплошной кладкой (2);

средняя часть (высота 3,54 м, ширина по наружному обмеру 1,5 м) с толщиной кладки 0,7 м (3);

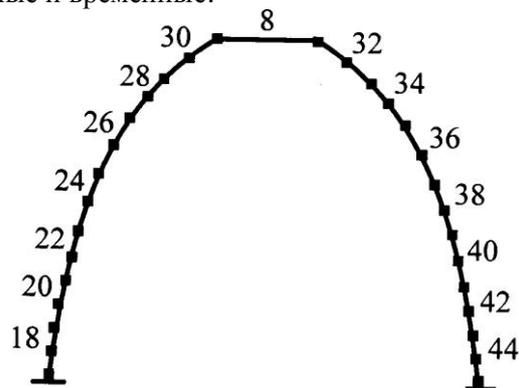
верхняя часть (4) в виде деревянного шпиля переменной ширины (высота 11,8 м).

Жесткостные характеристики сечений определяются материалами кладки. Модуль упругости кирпичной кладки принят равным 970 МПа [2], коэффициент Пуассона (как для керамического кирпича) минимальный, т.е. 0,08. Учитывая условия закрепления барабана, значительное увеличение ширины сечения купола по высоте, постоянную величину жесткости кладки, использовали для расчетов схему жесткой заделки навершия колокольни.

Купол представлен в виде плоской стержневой системы (рис. 2). Жесткость стержневой определяли по высоте и ширине площадки базового сечения. Жесткость в направлении перпендикулярно плоскости не учитывали, поскольку в дальнейшем предполагалось рассматривать пространственную модель купола колокольни и учет взаимосвязи всех конструктивных элементов. Нагрузки от навершия колокольни прикладывали в опорные узлы барабана, используя результаты расчета стойки переменной жесткости.

Согласно СНиП 2.01.07–85* нагрузки, с учетом допущений и ограничений, подразделяли на постоянные и временные.

Рис. 2. Расчетная плоская стержневая схема полукупольного покрытия 4-го яруса звона с номерами элементов



К постоянным относятся:

нагрузка от деревянного шпиля с крестом [3] $N_{шп} = 113,39$ кН;

нагрузка от кирпичной кладки $N_{кл} = 592,02$ кН.

Суммарная нагрузка от навершия колокольни составляет $N_{сум} = 705,40$ кН.

К временным относятся ветровые и снеговые нагрузки. Ветровую нагрузку определяли в виде суммы статической и пульсационной составляющих.

Статическая составляющая

$$\omega_m = \omega_0 k C,$$

где ω_0 – нормативное значение ветрового давления; Соловецкие острова относятся к IV ветровому району, значит $\omega_0 = 0,48$ кН/м²;

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте;

C – аэродинамический коэффициент; согласно допущений и ограничений, введенных при формировании указанной модели, принят как для призматического сооружения прямоугольного сечения.

Пульсационную составляющую рассчитывали программным методом в среде Structure CAD, конструктивные элементы купола – в программном комплексе SCAD-Office, версия 7.31.

Снеговую нагрузку на навершие колокольни не учитывали ввиду незначительного отклонения граней шпиля от вертикали.

Результаты расчета стойки переменной жесткости представлены в табл. 1.

Результаты выполненного исследования напряженно-деформированного состояния стойки переменной жесткости показали, что продольная сила N от деревянного шпиля достигает 113,39 кН (или 16,1 % от продольной силы конструкций навершия). Поэтому при расчете купола следует обязательно учитывать нагрузки от деревянного шпиля и барабана. При условии жесткой заделки в кирпичную кладку барабана на глубину 1,4 м деревянный шпиль работает как гибкая стойка переменного сечения.

Таблица 1

Максимальные усилия в элементах расчетной схемы стойки переменной жесткости

| Усилие | MAX+ | | | | | MAX- | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------------|---------|------------|------------|--------------------|---------------------------|---------|------------|------------|
| | Расчетное значение | Порядковый номер элемента | сечения | загружения | Форма шага | Расчетное значение | Порядковый номер элемента | сечения | загружения | Форма шага |
| Продольная сила N , кН | 0 | 3 | 3 | 3 | S_1 | - 621,37 | 1 | 1 | 1 | - |
| Изгибающий момент M , кН·м | 3,95 | 3 | 3 | 3 | « | - 1502,19 | 1 | 1 | 3 | S_1 |
| Поперечная сила Q , кН | 158,03 | 1 | 1 | 3 | « | 0 | 3 | 3 | 1 | - |

Примечание. 1. Максимальные усилия определены для отдельных элементов расчетной схемы в сечениях : в крайних точках стержня (1) и (3). 2. Расчетные усилия определены при загрузении постоянными нагрузками (1), статической ветровой (2), динамическим пульсационным воздействием (3) ветра (усилия от пульсационного воздействия перекрывают значения аналогичных усилий от статической ветровой нагрузки). 3. S_1 – первая форма шага колебаний системы.

Для колокольни рассматриваемой конструкции необходимо учитывать не только ветровую нагрузку, но и ее пульсационную составляющую. Наибольшие усилия в опорном сечении стойки переменной жесткости возникают при пульсации ветра. Поскольку в программном комплексе SCAD динамические загрузки определяются автоматически, расчетные усилия в элементах стойки переменного сечения, передаваемые на

конструкции купола, принимаем по результатам расчета статической ветровой составляющей. В этом случае изгибающий момент в заделке с учетом влияния конструкции деревянного шпиля достигает 786,52 кНм.

При расчете стойки переменной жесткости принято, что узел сопряжения деревянного шпиля и кирпичного барабана не является жесткой заделкой, а восприятие и передача усилий происходит по всем элементам с учетом заданной жесткости каждого элемента.

При составлении плоских стержневых расчетных схем купола нагрузки на них принимали по результатам ранее произведенного расчета стойки переменной жесткости.

1. Нагрузка от веса деревянного шпиля и барабана (завершение купола) принята по рассчитанной $N_{\text{сум}} = 705,4$ кН, поскольку это дает более точные результаты, чем приняты в расчетной схеме стойки переменной жесткости (по среднему сечению).

Нагрузка, прикладываемая в один верхний узел плоской расчетной схемы (1-й вариант расчета), равна $N_{\text{сум}}/2$.

2. Статическая ветровая нагрузка принята по опорным реакциям в заделке завершения купола. Опорный момент от статической ветровой нагрузки представлен в виде пары сил. Возникающий при пульсации статической ветровой составляющей наибольший изгибающий момент в опоре барабана

$$M_{\text{max}}^{\text{оп}} = 786,52 \text{ кНм.}$$

В расчетной схеме изгибающий момент в опоре барабана изображен в виде пары сил $Q_1^{\text{ст.в}}$, плечом пары сил является ширина нижнего сечения барабана $b_{\text{сеч}}$:

$$Q_1^{\text{ст.в}} = \frac{M_{\text{max}}^{\text{оп}}}{b_{\text{сеч}}} = \frac{786,52}{2,5} = 314,61 \text{ кН.}$$

Поперечная сила в опоре барабана от статической ветровой составляющей

$$Q_{\text{оп}}^{\text{ст.в}} = 80,0 \text{ кН.}$$

В данном случае аэродинамический коэффициент C принят как для сводчатого покрытия (п. 3 прил. 4[1]), ширина грузовой площади – по наиболее широкой части купола, равна 7,6 м. Статическая ветровая нагрузка приложена как распределенная на стержень. Коэффициент надежности для ветровой нагрузки $\gamma_f = 1,4$.

Расчет пульсационной составляющей ветровой нагрузки как динамического воздействия также производили в среде SCAD.

3. Нормативное значение снеговой нагрузки находили по формуле

$$s = s_0 \mu ,$$

где s_0 – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности Земли;

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова на поверхности

Земли к снеговой нагрузке на покрытие.

Для определения влияния деревянного шпиля на напряженное состояние купола рассмотрим два основных варианта загрузки плоских расчетных схем.

Схема 1-1. Плоская стержневая система находится под действием постоянной нагрузки от собственного веса купола и веса барабана с деревянным шпилем. Временные нагрузки включают статическое ветровое нагружение на купол (давление ветра + отсос), усилия от расчета стойки переменной жесткости (опорные реакции), в том числе горизонтальная составляющая (поперечная сила).

На купол действует снеговая нагрузка по наиболее неблагоприятному варианту загрузки, когда снеговой мешок находится на поверхности барабана. Снеговую нагрузку на три нижних элемента не прикладывают, поскольку угол их наклона близок к 90° . Два указанных варианта приложения снеговой нагрузки являются взаимоисключающими. В связи с этим рассмотрена модель купола, эксплуатируемого в настоящее время без включения в работу металлических тяжей.

Схема 1-2. Использована для определения количественных показателей снижения усилий в полукупольном покрытии 4-го яруса звона при

Таблица 2

Максимальные усилия в элементах расчетных схем купола

| Усилие | MAX+ | | | | | MAX- | | | | |
|------------|--------------------|---------------------------|---|------------|------------|--------------------|---------------------------|---|------------|------------|
| | Расчетное значение | Порядковый номер элемента | | загружения | Форма шага | Расчетное значение | Порядковый номер элемента | | загружения | Форма шага |
| Схема 1-1 | | | | | | | | | | |
| N , кН | 114,11 | 8 | 3 | 3 | – | –769,32 | 43 | 1 | 1 | – |
| M , кН·м | 589,32 | 30 | 3 | 3 | – | –565,23 | 32 | 3 | 3 | – |
| Q , кН | 175,25 | 31 | 1 | 1 | – | –641,42 | 8 | 3 | 3 | – |
| Схема 1-2 | | | | | | | | | | |
| N , кН | 70,93 | 20 | 3 | 3 | S_1 | –565,64 | 33 | 1 | 1 | – |
| | 21,17 | 5 | 1 | 3 | « | –396,21 | 5 | 1 | 1 | – |
| M , кН·м | 21,81 | 9 | 1 | 3 | « | –249,35 | 33 | 1 | 3 | S_1 |
| | 8,86 | 5 | 3 | 3 | « | –4,10 | 5 | 3 | 5 | – |
| Q , кН | 66,58 | 33 | 1 | 3 | « | –26,77 | 20 | 3 | 1 | – |
| | 18,35 | 5 | 1 | 3 | « | –8,15 | 5 | 3 | 5 | – |

демонтаже деревянного шпиля с крестом. Конструкция барабана включена в расчетную схему методом копирования схемы стойки переменной жесткости с удалением из нее деревянного шпиля и последующим пересчетом динамического нагружения.

При расчете описанных плоских стержневых моделей купола учитывали: снеговую нагрузку по двум вариантам; динамическое воздействие пульсационной ветровой составляющей; уровень снижения усилий в куполе при демонтаже деревянного шпиля.

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Анализ расчетных сочетаний усилий для схем 1-1 и 1-2 показал, что максимальные усилия в элементах купола возникают при одновременном воздействии на конструкции ветровой нагрузки (пульсационная составляющая) и снегового нагружения. Поэтому в дальнейшем требуется учесть одновременное действие двух указанных факторов.

Из сравнения максимальных усилий от постоянных нагрузок в схемах 1-1 и 1-2 (существующее состояние купола с учетом снеговой нагрузки без тяжей) следует, что $N_{\max}^{1-1} = -769,32$ кН, а $N_{\max}^{1-2} = -565,64$ кН. Наибольшая сжимающая сила в схеме 1-2 возникает в элементе нижней части барабана, а в схеме 1-1 – в приопорном сечении купола колокольни. В аналогичном сечении схемы 1-2 (элемент 5) $N_5^{1-2} = -396,21$ кН, что свидетельствует о снижении сжимающих усилий на 48,17 %. При этом максимальные положительные изгибающие моменты от пульсационной ветровой составляющей $M_{\max}^{1-1} = 589,32$ кН·м и $M_{\max}^{1-2} = 21,81$ кН·м; отрицательные – соответственно $M_{\max}^{1-1} = -565,23$ кН·м и $M_{\max}^{1-2} = -249,35$ кН·м. Аналогично имеем для $Q_{\max}^{1-1} = 175,25$ кН и $Q_{\max}^{1-2} = 66,58$ кН; $Q_{\max}^{1-2} = -641,42$ кН и $Q_{\max}^{1-2} = -26,77$ кН. Таким образом, наиболее нагруженным элементом является нижнее сечение барабана.

Вывод

Расчетные исследования напряженного состояния покрытия 4-го яруса звона колокольни Соловецкого кремля показали, что демонтаж деревянного шпиля с крестом на первом этапе реставрации позволит снизить максимальные положительные изгибающие моменты в эксплуатируемом аварийном куполе в 27 раз, отрицательные – в 2,3 раза, сжимающие усилия – в 1,9 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.01.07–85 (2003). Нагрузки и воздействия [Электронный ресурс]. – Электронная библиотека Вологодского ЦНТИ, июль 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. СНиП II-22–81 (1995). Каменные и армокаменные конструкции [Электронный ресурс]. – Электронная библиотека Вологодского ЦНТИ, июль 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
3. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений расчетно-теоретический / под. ред. А.А. Уманского. – М.: Стройиздат, 1972. – 600 с.
4. Модели и методы оптимизации. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики – 1994. – 150 с.

Архангельский государственный
технический университета

Поступила 2.03.05

Yu.A. Varfolomeev, N.A. Elfimova

Influence of Wooden Spire on Stress Condition of Belltower Dome in Solovetsky Kremlin

Theoretical research on influence of wooden spire on four-level belltower of the Solovetsky Kremlin on the stress condition of dome made of corpulent ceramic brick is carried out. The influence of wind loads is determined, especially pulsating ones.



ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.817-41:667.62.633

С.С. Глазков, Е.В. Снычева, В.С. Мурзин

Глазков Сергей Сергеевич родился в 1961 г., окончил Воронежский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры химии Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 50 печатных работ в области древеснополимерных композиций.



Снычева Елена Васильевна родилась в 1979 г., окончила в 2002 г. Воронежский государственный университет. Аспирант кафедры химии Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет 2 печатные работы в области органической химии.



Мурзин Виктор Сергеевич родился в 1937 г., окончил в 1959 г. Воронежский инженерно-строительный институт, кандидат технических наук, профессор, первый проректор Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 80 научных трудов в области технологии клееных материалов и плит.

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРБАМИДО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ СПИРТАМИ**

Предложено для предотвращения изменения функционального состава карбамидоформальдегидных смол в процессе хранения добавлять глицерин, что снижает токсичность смолы и склеенных ею готовых изделий, изменяет скорость отверждения смолы, ее физико-механические показатели; приведен предполагаемый механизм модифицирующего влияния глицерина.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидная смола, глицерин, модификация, полуацеталь, ацеталь, стабилизация, токсичность, отверждение, прочностные характеристики.

Карбамидоформальдегидные смолы (КФС) применяют в производстве мебели, фанеры, древесных пластиков и др. Продукция на основе данного полимера имеет высокие физико-механические показатели [1]. Однако, несмотря на положительные свойства, КФС имеют ряд серьезных недостатков, одним из которых является высокая токсичность, определяемая в основном повышенным содержанием свободного формальдегида [7].

Предлагаемая ранее модификация КФС спиртами как на стадии синтеза (этиленгликоль) [2], так и готовой смолы [3], приводит к некоторому повышению физико-механических показателей смолы, но сопровождается увеличением остаточного формальдегида в отвержденной смоле. Установлено [4], что в процессе хранения смолы происходит изменение ее функционального состава, которое влияет на срок хранения и способствует снижению физико-механических и экологических показателей.

В настоящей работе приведены результаты сравнительных исследований КФС, модифицированной одноатомными спиртами: *n*-бутанолом и этанолом. Для расширения диапазона соединений-модификаторов КФС предложено использовать глицерин, который по кислотности превышает ранее использовавшиеся спирты [5]. Рассмотрен механизм модифицирующего влияния трехатомного спирта.

Выбор спиртов в качестве модификаторов основан на способности свободного формальдегида вступать с ними в химическую реакцию с образованием полуацеталей и ацеталей, что способствует стабилизации КФС и удлиняет срок ее хранения без существенного снижения физико-химических свойств, а также уменьшает токсичность. Спирты являются слабыми нуклеофилами, поэтому реакция идет только с очень активными карбонильными соединениями (формальдегид) или с активированными вследствие кислотного катализа [5].

Как базовый вариант для модификации готовых карбамидных связующих была использована КФС марки КФ-Ж (контроль) с характеристиками, приведенными в табл. 1. Показатели образцов определены по ГОСТ 14231–88. Часть промежуточных результатов не внесена в таблицу для удобства представления общей картины эксперимента.

Для смолы марки КФ-Ж, содержащей рассмотренные модификаторы, за исключением этанола, в процессе хранения отмечено менее выраженное снижение концентрации свободного формальдегида и продолжительности желатинизации. Вероятно, спирты химически обратимо связывают формальдегид в полуацетальную форму, что снижает токсичность полимера и увеличивает срок хранения КФС, так как замедляется процесс вялотекущей поликонденсации между метилольными производными карбамида и формальдегидом (поликонденсация – причина изменения функционального состава смолы в процессе хранения).

Для немодифицированной смолы (контроль) наблюдается снижение содержания свободного формальдегида до 50 %, а вследствие этого – увеличение условной вязкости и уменьшение продолжительности желатинизации, что сокращает срок хранения.

Таблица 1

Физико-химические свойства КФС

| Показатель, зафиксированный через время, сут. | Значение показателя для КФС | | | |
|---|--------------------------------|------------------|---------------------|----------|
| | немодифициро- ванной (КФ-Ж) | модифицированной | | |
| | | глицерином | <i>n</i> -бутанолом | этанолом |
| Содержание свободного формальдегида, % | | | | |
| 0 | 1,1 | – | – | – |
| 8 | – | 1,03 | 0,90 | 1,00 |
| 24 | – | 1,10 | 0,71 | 1,00 |
| 60 | 0,5 | 0,97 | 0,71 | 0,65 |
| Содержание метиновых групп, % | | | | |
| 0 | 12,3 | – | – | – |
| 8 | – | 13,9 | 15,5 | 13,5 |
| 24 | – | 9,7 | 10,1 | 10,4 |
| 60 | 15,4 | 7,4 | 13,7 | 13,2 |
| Условная вязкость по ВЗ-4, с | | | | |
| 0 | 45 | – | – | – |
| 8 | – | 44 | 39 | 41 |
| 24 | – | 48 | 42 | 46 |
| 60 | 120 | 58 | 59 | 60 |
| Продолжительность желатинизации при $t = 100$ °С, с | | | | |
| 0 | 70,0 | – | – | – |
| 8 | – | 68,4 | 68,5 | 70,7 |
| 24 | – | 63,5 | 63,5 | 63,4 |
| 60 | 55,4 | 61,1 | 56,5 | 61,6 |
| Устойчивость к разбавлению водой (объемное отношение) | | | | |
| 0 | 1 : 5 | – | – | – |
| 8 | – | 1 : 4 | 1 : 4 | 1 : 4 |
| 24 | – | 1 : 4 | 1 : 4 | 1 : 5 |
| 60 | 1 : 5 | 1 : 4 | 1 : 4 | 1 : 3 |

Примечание. Концентрация модификатора в связующем 1 %.

Исследован процесс холодного отверждения модифицированной глицерином КФС в присутствии отвердителя (щавелевая кислота). Для этого использовали 10 %-й водный раствор кислоты, который вводили в состав смолы в количестве 2,0 % в пересчете на сухую щавелевую кислоту (табл. 2). Смолу отверждали в ваймах размером $2 \times 2 \times 3$ см. Образцы отвержденной смолы после выдержки в течение трех суток при комнатной температуре испытывали на когезию методом определения прочности при сжатии и на содержание остаточного формальдегида методом WKI (баночный метод) (табл. 2).

Таблица 2

| Показатель | Свойства КФ-Ж при холодном отверждении | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|------|
| | Значение показателя при концентрации глицерина, % | | | | | |
| | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 2,0 |
| Продолжительность отверждения, с | 2400 | 300 | 1200 | 600 | 2400 | 3600 |
| Предел прочности при сжатии, МПа | 19,2 | 31,0 | 25,0 | 22,0 | 9,4 | 7,5 |
| Содержание свободного формальдегида, мг/100 г образца | 21,5 | 8,7 | 9,3 | 11,5 | 19,7 | 26,3 |

Примечание. рН всех составов не ниже 4.

Из данных табл. 2 следует, что при концентрациях глицерина и щавелевой кислоты 2,0 % продолжительность отверждения значительно выше, чем у контроля – чистой смолы. Для этой же концентрации глицерина и концентрации щавелевой кислоты 0,7 ... 7,0 % установлено резкое снижение когезионной прочности смолы (соответственно с 7,1 до 3,9 МПа).

Изучены отверждение смолы и ее когезионная прочность в присутствии глицерина (концентрация до 2,0 %). Как видно из табл. 2, для невысоких концентраций глицерина (0,1 % ... 0,5 %) предел прочности при сжатии имеет значение от 22,0 до 31,1 МПа, что превышает этот показатель для контрольных образцов смолы на 20 ... 40 %. Можно предположить, что при таких концентрациях глицерина в смоле образуется неустойчивый полуацеталь. Данный продукт, являясь нестабильным соединением, разлагается на исходные компоненты, порциями освобождая формальдегид, сшивающий макроцепи смолы при поликонденсационном процессе отверждения. Вероятно при добавлении в КФ-Ж избыточного по стехиометрии количества спирта (1,5 ... 2,0 %) образуется ацеталь, который, являясь химически устойчивым, не освобождает формальдегид, требующийся для отверждения смолы.

Положительный эффект от введения спирта при отверждении смолы, выраженный снижением продолжительности процесса отверждения, заключается в том, что глицерин как вещество гидрофильного характера, вероятно, концентрирует воду, выделяющуюся при поликонденсации. И как следствие этого – ускорение поликонденсационного процесса, т.е. значительное снижение продолжительности времени отверждения смолы для указанного выше интервала концентраций глицерина (табл. 2) в условиях холодного отверждения. Глицерин, являясь по агрегатному состоянию жидкостью, обеспечивает более высокую сегментальную подвижность растущих макромолекул сетчатого полимера [6].

С учетом отмеченной тенденции был исследован процесс склеивания древесины в условиях холодного и горячего отверждения модифицированной смолы. Для эксперимента использовали дубовые рейки размером 7×20×300 мм и влажностью 7 ... 8 %. Щавелевую кислоту (10 %-й раствор) вводили в количестве 1% от массы смолы в пересчете на сухую щавелевую кислоту, расход смолы – 2,0 г/см². Склеиваемые рейки зажимали в струбци-

Прочностные свойства модифицированной смолы КФ-Ж:
 1 – холодное склеивание;
 2 – горячее склеивание



нах и выдерживали под давлением 5 кг/см^2 в течение суток, затем их освобождали от зажимов и выдерживали при комнатной температуре еще трое суток. Горячее склеивание образцов проводили в прессе для пластических масс марки Д 2430Б с размерами плит $350 \times 390 \text{ мм}$ ($t = 130 \text{ }^\circ\text{C}$, $P = 5 \text{ кг/см}^3$, $\tau = 10 \text{ мин}$) После чего вырезали стандартные образцы для испытания предела прочности при сдвиге.

Результаты исследования прочностных показателей (предел прочности при сдвиге) образцов, полученных в условиях холодного (кривая 1) и высокотемпературного (2) склеивания при различной концентрации глицерина, приведены на рисунке.

Анализ результатов испытаний показал, что использование глицерина в качестве модификатора имеет свои особенности в условиях холодного и горячего отверждения смолы КФ-Ж. Для холодного отверждения рекомендуется применять глицерин концентрацией $0,1 \dots 0,5 \%$, в случае горячего отверждения его концентрацию можно повысить до $1,0 \dots 1,5 \%$.

Высокое содержание в готовых изделиях остаточного формальдегида, который раздражающе действует на слизистые человека, резко сокращает область их применения и практически исключает использование для жилых помещений. После отверждения модифицированной глицерином смолы остаточный формальдегид, вероятно, связывается с избытком (по стехиометрии) глицерина и образует устойчивый ацеталь, что уменьшает токсичность изделий, склеенных КФ-Ж. При этом содержание остаточного формальдегида в древесных клеенных изделиях составляет ниже 10 мг/100 г , что соответствует классу эмиссии Е-1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров В.И. Технология связующих и полимерных материалов / В.И. Азаров, В.Е. Цветков. – М.: Лесн. пром-сть, 1985. – 216 с.
2. Бурьиндин В.Г. Экологически безопасные древесные композиционные материалы с карбамидными связующими: автореф. дис. ... докт. техн. наук / В.Г. Бурьиндин. – Екатеринбург, 2000. – 33 с.
3. Глазков С.С. Модификация связующих в производстве ДСтП / С.С. Глазков, В.С. Болдырев // Деревообр. пром-сть. – 1996. – № 4. – С. 24 – 25.

4. Глухих В.В. Изменение функционального состава и свойств карбамидо-формальдегидных смол при хранении / В.В. Глухих [и др.] // Лесн. журн. – 1996. – № 4-5. – С. 153–159. – (Изв. высш. учеб. заведений).

5. Нейланд О.Я. Органическая химия: учеб. для хим. спец. вузов / О.Я. Нейланд. – М.: Высш. шк., 1990. – 751 с.

6. Москвитин Н.И. Склеивание полимеров / Н.И. Москвитин. – М: Лесн. пром-сть, 1968. – 304 с.

7. Фуки В.К. Выделение формальдегида в процессе отверждения карбамидоформальдегидных олигомеров / В.К. Фуки [и др.] // Технология древесных плит и пластиков: межвуз. сб. научн. тр. – Свердловск, 1990. – С. 12–18.

Воронежская государственная
лесотехническая академия

Поступила 2.06.05

S.S. Glaskov, E.V. Snycheva, V.S. Mursin

Indices Stabilization of Carbamide-formaldehyde Resins by Spirits

It is suggested to add glycerin for preventing functional composition changes in carbamide-formaldehyde resins in the process of storage that brings down the toxicity of resin and finished products laminated by it, changes the rate of resin hardening and its physico-mechanical characteristics. The proposed mechanism of the glycerin modifying influence is provided.

УДК 676.16

Е.Н. Покровская, И.В. Котенева

Покровская Елена Николаевна родилась в 1938 г., окончила в 1960 г. Московский химико-технологический институт, доктор технических наук, профессор кафедры общей химии Московского государственного строительного университета, член-корреспондент РАЕН. Имеет более 200 научных трудов в области изучения древесины памятников деревянного зодчества, модифицирования ее элементоорганическими соединениями.



Котенева Ирина Васильевна родилась в 1978 г., окончила в 2001 г. Брянский государственный университет, аспирант кафедры общей химии Московского государственного строительного университета. Имеет 1 печатную работу в области изучения древесины памятников деревянного зодчества (химический состав, удельная поверхность, прочность, сорбционная способность).



ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ СИЛИЛИРОВАНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ДРЕВЕСИНЫ

Установлено, что для силилирования древесины в мягких условиях необходим реакционно-способный мостик между подложкой и модификатором; силилирование древесины и целлюлозы в мягких условиях с образованием ковалентных связей происходит при предварительном фосфорилировании.

Ключевые слова: целлюлоза, древесина, энергия активации, энтропия реакции, водопоглощение, долговечность.

Уменьшение водопоглощения, повышение гидрофобности древесных материалов является важнейшим условием сохранения эксплуатационных характеристик и увеличения долговечности конструкций из древесины. Для создания водостойких и гидрофобных материалов широко используют кремнийорганические соединения [2].

Сохранение эффекта уменьшения водопоглощения и увеличения гидрофобности древесных материалов возможно только при образовании в поверхностном слое древесины ковалентных связей с гидрофобизатором. Проблема гидрофобизации стоит остро при сохранении памятников деревянного зодчества, реставрации зданий и защите их от биоповреждений. В связи с этим была поставлена задача обоснованного выбора гидрофобизатора и условий модифицирования этим гидрофобизатором.

Для изучения химического модифицирования наиболее объективен и информативен кинетический метод. В качестве модельных образцов для изучения кинетики силилирования были выбраны опилки сосны диаметром 1 мм, предварительно экстрагированные спиртобензольной смесью для удаления смолистых веществ, а также мелко измельченная α -целлюлоза; в качестве силилирующих агентов – 10 %-е растворы кремнийорганических соединений (КОС): этилгидридсилоксан (ЭГС), тетраэтоксисилан (ТЭС), метилсиликонат натрия (МНС); в качестве растворителя для ЭГС и ТЭС – гексан (марка «хч»), для МНС – вода. Силилирование указанными КОС проводили при температуре 20, 40, 60 и 80 °С.

Древесина и целлюлоза являются сложными неоднородными объектами. Это связано с наличием в надмолекулярной структуре целлюлозы кристаллических областей нескольких видов и микрогетерогенностью лигноуглеводной матрицы древесины. Кинетику силилирования древесины и целлюлозы отражают кривые на рис. 1, которые свидетельствуют о том, что кинетика силилирования древесины и целлюлозы растворами КОС имеет ступенчатый характер (основной признак полихронной кинетики), т.е. при достижении определенной степени силилирования в изометрических условиях процесс резко замедляется и практически останавливается. В этой связи правомочно рассматривать превращение целлюлозы и древесины как полихронный процесс, характеризующийся распределением по величинам энергий активации и предэкспоненциальных множителей.

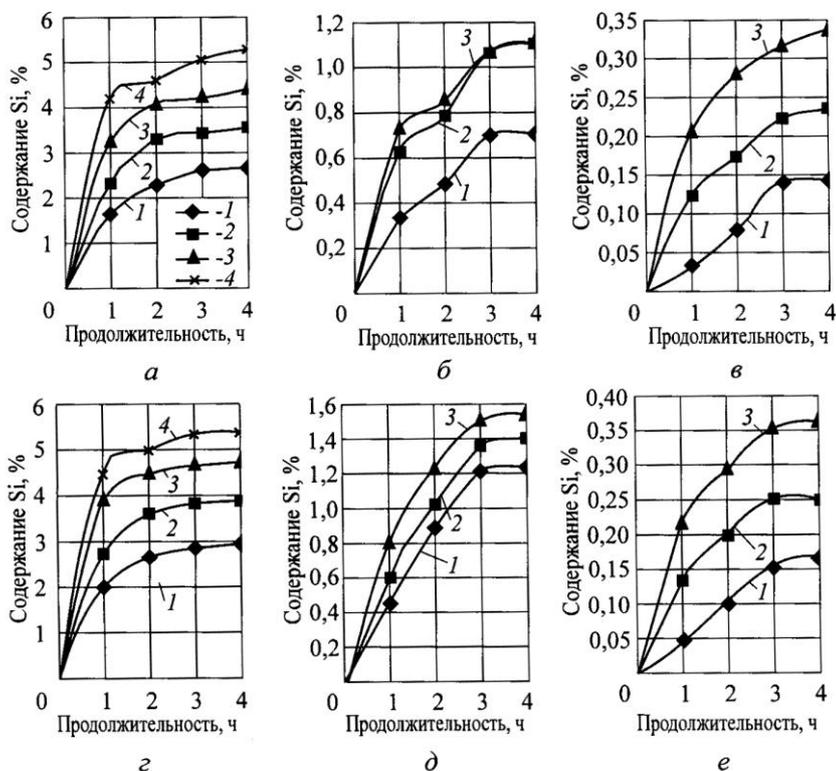


Рис. 1. Кинетические кривые силилирования целлюлозы (а – в) и древесины (г – д): а, г – МСН; б, д – ТЭС, в, е – ЭГС

Кинетические кривые силилирования целлюлозы и древесины позволяют использовать методы полихронной кинетики для расчета кинетических параметров этого процесса [4].

Значения эффективных параметров реакции силилирования древесины и целлюлозы с помощью МСН, ТЭС и ЭГС приведены в таблице (порядковые номера 1, 5, 9).

Ранее было высказано предположение [1], что двухстадийное модифицирование древесины и целлюлозы (фосфорирование, а затем силилирование) облегчает протекание реакций с образованием химических связей кремнийорганических соединений с подложкой. Эффективные кинетические параметры реакций прямого силилирования и последовательного фосфорирования и силилирования целлюлозы и древесины дают объективную сравнительную характеристику процесса (2–4, 6–8, 10–12).

В связи с тем, что древесина и целлюлоза по своей природе неоднородны, значения энергий активации и предэкспоненциальных множителей имеют некоторые интервалы изменения. Но во всех случаях силилирование без предварительного фосфорирования энергетически затруднено – энергия активации имеет высокие значения, высокие значения предэкспонент

Эффективные параметры реакции силилирования

| Порядковый номер опыта | Модификатор | Древесина | | | Целлюлоза | | |
|------------------------|-------------|------------------|------------------------------------|---------------|------------------|------------------------------------|---------------|
| | | Содержание Si, % | Энергия активации E_a , кДж/моль | $\ln k_0$ | Содержание Si, % | Энергия активации E_a , кДж/моль | $\ln k_0$ |
| 1 | МСН | 2,50...4,50 | 35,7...56,0 | -3,98...-6,19 | 2,40...4,30 | 38,7...58,4 | -4,45...-6,53 |
| 2 | ДМФ + МСН | 4,75...7,75 | 33,7...43,2 | -3,61...-4,20 | 4,00...7,30 | 30,8...38,5 | -3,22...-3,57 |
| 3 | ТИТ + МСН | 1,75...3,50 | 5,0...10,5 | 0,98...0,79 | 1,60...3,10 | 9,9...10,0 | 0,17...1,44 |
| 4 | ТКФ + МСН | 1,25...2,00 | 22,8...24,5 | -1,83...-1,39 | 0,80...1,70 | 11,9...24,5 | -0,14...-1,35 |
| 5 | ТЭС | 0,63...1,36 | 12,9...13,9 | -0,78...-0,30 | 0,60...0,90 | 31,8...31,9 | -3,27...-2,14 |
| 6 | ДМФ + ТЭС | 1,00...1,75 | 11,9...12,9 | -0,12...0,26 | 0,65...1,10 | 18,9...19,9 | -1,26...-0,87 |
| 7 | ТИТ + ТЭС | 0,75...1,25 | 13,9...18,9 | -1,36...-0,08 | 0,60...1,00 | 27,8...28,8 | -2,67...-2,29 |
| 8 | ТКФ + ТЭС | 0,50...0,75 | 16,9...19,9 | -0,88...-0,90 | 0,60...0,75 | 59,5...60,6 | -0,74...-0,15 |
| 9 | ЭГС | 0,14...0,26 | 38,7...43,7 | -1,48...-1,70 | 0,13...0,23 | 44,7...45,7 | -1,37...-1,85 |
| 10 | ДМФ + ЭГС | 0,26...0,46 | 36,7...38,7 | -4,09...-3,59 | 0,22...0,44 | 35,7...42,7 | -5,10...-3,39 |
| 11 | ТИТ + ЭГС | 0,32...0,54 | 38,0...38,7 | -4,25...-3,08 | 0,28...0,52 | 29,8...34,7 | -3,79...-2,47 |
| 12 | ТКФ + ЭГС | 0,18...0,38 | 24,8...27,3 | -2,17...-1,99 | 0,16...0,36 | 26,8...28,8 | -2,51...-2,31 |

Примечание. Фосфорорганические соединения (ФОС): ДМФ – диметилфосфит, ТИТ – трихлорэтилфосфит, ТКФ – трикрезилфосфат.

связаны с пространственным затруднением прямого силилирования. Предварительное введение ФОС позволяет снизить энергетический барьер реакций силилирования целлюлозы и древесины (см. таблицу). Значения кинетических параметров зависят от природы ФОС и КОС. Наибольшая степень силилирования (содержание Si) наблюдается при последовательной обработке целлюлозы и древесины сначала ДМФ, затем МСН – содержание кремния до 7,75 %, реакция протекает в кинетической области. Минимальное содержание химически связанного кремния характерно для целлюлозы и древесины, модифицированных ЭГС – 0,14 ... 0,26 %.

Проведенные кинетические исследования позволили сделать следующие выводы: химическое модифицирование целлюлозы и древесины при изученных температурах характерно для ЭГС и МСН; предварительное фосфорилирование несколько облегчает силилирование. Полученные в этом исследовании данные и проведенные ранее эксперименты [3] позволяют интерпретировать влияние ФОС как гидрофильного проводника гидрофобных молекул КОС в целлюлозу и древесину с образованием ковалентных связей по схеме целлюлоза (древесина) – ФОС – КОС. Наиболее эффективно применение ДМФ, наименее – ТКФ.

Необходимо отметить, что в одних и тех же условиях целлюлоза силилируется несколько труднее – энергия активации выше, а процент кремния ниже (см. таблицу). Вероятно, это связано с тем, что модифицирование по схеме фосфорилирование – силилирование легче протекает с гидроксильными группами лигнина.

Исследование водопоглощения древесины по ГОСТ 16483.20 – 72 в течение 30 сут. показало, что при одностадийной поверхностной обработке древесины традиционными гидрофобизаторами ЭГС и ТЭС водопоглощение уменьшается, но при длительном пребывании в воде надежность защиты не обеспечивается – водопоглощение имеет высокие значения (рис. 2).

Последовательное поверхностное модифицирование ДМФ + ЭГС, ДМФ + ТЭС, ДМФ + МСН обеспечивает стабильное уменьшение водопоглощения в 2 раза, что связано с образованием прочных ковалентных связей КОС с фосфорилированной подложкой.

Изменение предэкспоненты характеризует изменение энтропии активации. Энтропия активации связана с наличием доступных реакционных центров. Исходя из этого положения и опреде-

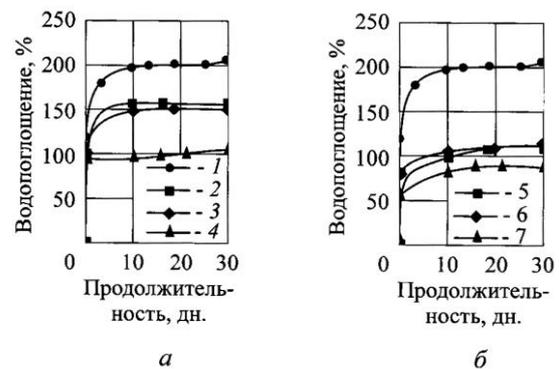


Рис. 2. Изменение водопоглощения модифицированной древесины во времени: а – древесина + КОС; б – древесина + ДМФ + КОС; 1 – нативная, 2 – ТЭС, 3 – ЭГС, 4 – МСН, 5 – ДМФ + ТЭС, 6 – ДМФ + ЭГС, 7 – ДМФ + МСН

ленных значений k_0 реакций силилирования, можно полагать, что минимальная энтропия

активации характерна для силилирования древесины и целлюлозы, предварительно фосфорилированной ДМФ и ТИТ; в ходе процесса силилирования увеличивается упорядоченность в структуре целлюлозы (древесины) за счет образования новых связей между молекулами КОС и подложкой. Исключения составляют лишь некоторые фосфорилированные образцы (3, 6). Возможно, в этих случаях не происходит увеличения упорядоченности из-за отсутствия реакции между ФОС и КОС.

Выводы

1. Кинетика процесса последовательного фосфорилирования и силилирования целлюлозы и древесины может быть описана в координатах полихронной кинетики с распределением по величинам энергии активации и энтропии.

2. Последовательное фосфорилирование и силилирование в интервале температур 20 ... 80 °С для систем ТИТ + МСН, ДМФ + ТЭС протекает с

диффузными ограничениями; реакции силилирования последовательно ДМФ + МСН, ДМФ + ЭГС, ТИГ + ЭГС протекают в кинетической области. Это отмечено при исследовании как целлюлозы, так и древесины.

3. Наиболее устойчивый эффект гидрофобизации древесины удастся достичь при образовании ковалентных связей реагента с обрабатываемым материалом.

4. Химическое модифицирование целлюлозы и древесины кремнийорганическими соединениями облегчается при предварительном фосфорилировании исходных материалов реакционно-способными ФОС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марголин А.Л. Деструкция и стабилизация полимеров / А.Л. Марголин. – М., 1988.

2. Покровская Е.Н. Гидрофобизация древесных материалов фосфор- и кремнийорганическими соединениями / Е.Н. Покровская, И.В. Котенева // Строительные материалы. – 2003. – № 5. – С. 40–42.

3. Покровская Е.Н. Исследование процесса гидрофобизации древесины фосфор- и кремнийорганическими соединениями / Е.Н. Покровская [и др.] // Химия древесины. – 1990. – № 1. – С. 90–96.

4. Эмануэль Н.М. Химическая физика старения и стабилизации полимеров / Н.М. Эмануэль, А.Л. Бучаченко. – М.: Наука, 1982. – 360 с.

Московский государственный
строительный университет

Поступила 6.07.05

E.N. Pokrovskaya, I.V. Koteneva

Study of Pulp and Wood Silylation Kinetics

Reactive link between substrate and modifier is set to be necessary for wood silylation in soft conditions. Silylation of wood and pulp in soft conditions with formation of covalent bonds occurs under preliminary phosphorylation.

УДК 676.2.036

В.К. Дубовый, Я.В. Казаков

Дубовый Владимир Климентьевич родился в 1967 г., окончил в 1991 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры целлюлозно-бумажного производства С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет более 40 печатных работ в области технологии бумаги и картона.



Казаков Яков Владимирович родился в 1966 г., окончил в 1990 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет более 50 научных трудов в области деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БУМАГОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

На основе разработанной методики определения деформационных характеристик листов из минеральных волокон выполнено сопоставление свойств листовых материалов из стеклянных, каолиновых, базальтовых волокон без использования связующих.

Ключевые слова: минеральные волокна, стекловолокно, каолин, базальт, деформация, прочность.

Основой научно-технического прогресса отрасли является создание и освоение новых технологических процессов и материалов, востребованных промышленностью в современных условиях. В целлюлозно-бумажной отрасли определенное внимание уделяется производству традиционным бумагоделательным способом материалов на основе не только целлюлозы, но и других волокон, в том числе минеральных и синтетических. Так, материалы из минеральных волокон находят применение в качестве пористых перегородок при очистке жидкостей и газов путем фильтрования [1, 2, 3]. Несомненное преимущество фильтровальных материалов на основе минеральных волокон – их способность работать при повышенных температурах и стойкость к действию кислот и щелочей.

В соответствии с задачами фильтрации, фильтрующий материал должен обеспечивать достаточную задерживающую способность по отношению к дисперсной фазе, небольшое гидравлическое сопротивление при фильтрации, длительный срок службы, обусловленный механической прочностью и устойчивостью при работе в агрессивной среде, минимальное сце-

пление с осадком, легкую очистку, удобство в обращении, невысокую стоимость. Использование минеральных волокон в фильтрующих материалах позволяет удовлетворить многие из этих требований [2].

Фильтрующие материалы, изготовленные из минеральных волокон, в отличие от целлюлозных, не обладают способностью к образованию достаточно прочных межволоконных связей, их механическая прочность невелика. Поэтому при разработке технологии фильтрматериалов используют различные упрочняющие добавки. Изучение механизмов деформирования листовых материалов из минеральных (стеклянные, каолиновые, базальтовые) волокон имеет важное теоретическое и прикладное значение.

С целью определения деформационных свойств волокнистого материала были изготовлены без применения связующих отливки из стеклянного волокна диаметром 0,2 и 0,7 мкм, а также базальтового и каолинового волокон. Масса 1 м² отливок – 15 ... 80 г/м².

Определение деформационных свойств отливок бумагоподобных материалов на основе минеральных волокон при испытании на растяжение проведено в лаборатории физики бумаги кафедры технологии ЦБП АГТУ с применением методик, разработанных ее сотрудниками для целлюлозно-бумажных материалов [4, 5].

Для оценки прочностных и деформационных свойств отливок получены кривые зависимости напряжение – деформация ($\sigma - \varepsilon$) путем математической обработки индикаторной диаграммы нагрузка – удлинение ($F(N) - \Delta l(\text{мм})$) при статических испытаниях на растяжение. Эти диаграммы широко применяются в материаловедении и являются интегральной характеристикой механических свойств. Эксперимент выполнен на лабораторном испытательном комплексе, включающем разрывную машину «Тестсистема-105» (г. Иваново) и ПЭВМ (рис. 1).

Каждый испытуемый образец характеризуется длиной l , шириной b и усредненной по измерениям в нескольких точках толщиной δ . После проведения испытания каждого образца информация передается через интерфейс RS-232 в порт СОМ-2 ПЭВМ. Принятые данные (параметры образца, условия испытаний, а также массив до 1000 точек, снятых с интервалом 100 мс) сохраняются на магнитном диске и могут быть распечатаны. Данные выводятся на экран в виде графика (рис. 2). Имеется возможность просмотра кривых для каждого из испытанных параллельных



Рис. 1. Испытательная машина «Тестсистема-105»

образцов и всех кривых на одном графике, исключения выпадающих точек и проведения повторных опытов.

Для проведения эксперимента на лабораторном резаке из отливок вырезали образцы размером 60×40 мм, при их установке в зажимы разрывной машины использовали бумажные чехлы специальной формы для предотвращения преждевременного разрушения, так как образцы обладали

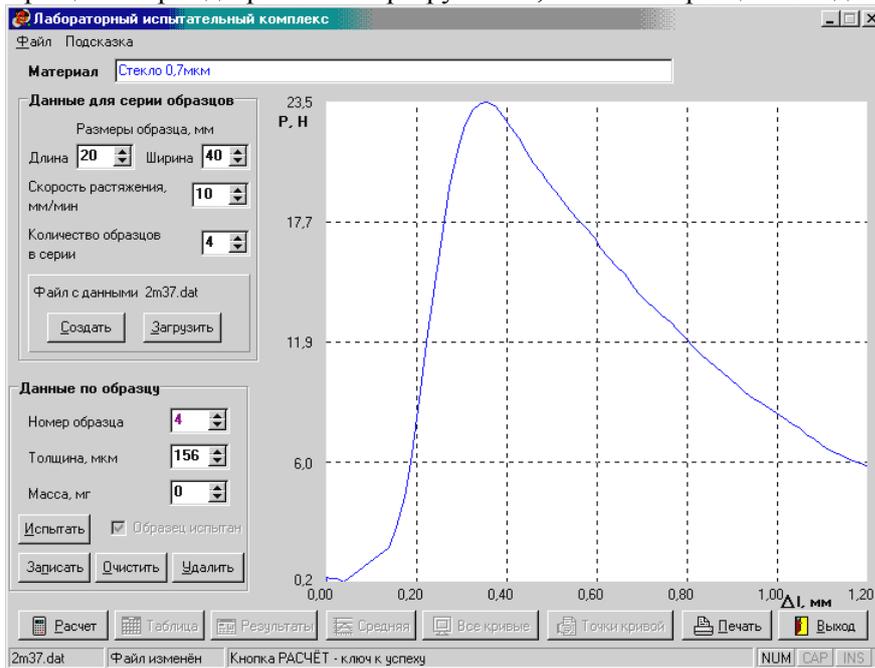


Рис. 2. Графическое представление результатов единичного испытания на растяжение образцов минеральных волокон

очень низкой прочностью. Расстояние между зажимами составляло 20 мм, скорость растяжения – 10 мм/мин, ширина образцов – 40 мм, т.е. испытания проходили в статическом режиме.

Результаты математически обрабатывали в табличном процессоре MS Excel по специально разработанной программе* в соответствии со схемой, приведенной на рис. 3. На основании экспериментальных кривых нагрузка – удлинение, полученных при параллельных испытаниях, проведено построение средней кривой [4], состоящей из 21 точки. В каждой точке рассчитаны следующие характеристики:

- усилие F , Н;
- удлинение Δl , мм;
- напряжение, МПа,

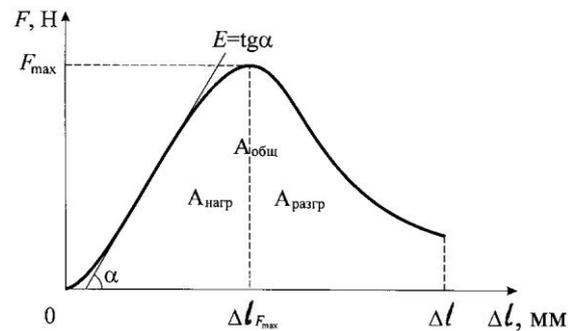
* Программа представлена на официальную регистрацию в Роспатент.

$$\sigma = \frac{F}{b\delta}; \quad (1)$$

деформация, %,

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}; \quad (2)$$

Рис. 3. Методика расчета деформационных характеристик



текущий модуль упругости, МПа,

$$E = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}; \quad (3)$$

модуль общей деформации, МПа,

$$E_{\text{од}} = \frac{\sigma}{\varepsilon}; \quad (4)$$

работа, мДж,

$$A = \int_0^{\Delta l} F dl; \quad (5)$$

энергия, поглощаемая при растяжении, Дж/м²,

$$TEA = \frac{A}{bl}. \quad (6)$$

На рис. 3 четко выделены две области: до точки регистрации максимальной нагрузки (F_{max} , $\Delta l_{F_{\text{max}}}$), когда целостность образца сохраняется, и после максимальной нагрузки, когда образец подвергается разрушению. Этот процесс не происходит мгновенно, имеет место растаскивание волокон, которое требует приложения определенной работы на преодоление сил трения.

Результаты испытаний приведены в таблице и на рис. 4, кинетика деформирования материалов представлена на графиках зависимости напряжение – деформация (рис. 5).

Как отмечалось ранее, все исследованные образцы обладают крайне низкой прочностью, что связано с природой материалов и отсутствием связующего. За счет увеличения массы 1 м² можно повысить прочность листов, тем самым получив более надежные результаты. Минимальные значения прочностных и деформационных характеристик обнаружены у листового

материала из каолиновых волокон, при этом различия в прочности и жесткости очень высокие, а различия в растяжимости (удлинение при растяжении до максимальной нагрузки) не столь существенные.

Самые высокие значения характеристик прочности и жесткости при растяжении отмечены у материалов из базальтовых волокон и стеклянных волокон малого диаметра. Увеличение диаметра стеклянных волокон приводит к ухудшению свойств за счет снижения числа волокон и межволоконных контактов, обеспечивающих целостность структуры листа при отсутствии связующего. Жесткость при растяжении листового материала оценивали величиной модуля упругости E_1 , характеризующего крутизну начального участка кривой $\sigma - \varepsilon$, т. е. реакцию материала на приложение нагрузки. Максимальная жесткость при растяжении обнаружена у образцов из базальтового волокна и стеклянного волокна диаметром 0,2 мкм. Кривые $\sigma - \varepsilon$ образцов из каолиновых волокон и стеклянных волокон диаметром 0,7 мкм в области максимума более пологие, т. е. разрушение очень слабой структуры происходит плавно и почти без сопротивления волокон растаскиванию.

В отличие от целлюлозно-бумажных материалов образцы из минеральных волокон на кривых $\sigma - \varepsilon$ имеют четко выраженную ветвь обратного хода кривой, т. е. после максимума. Это свидетельствует о том, что материал разрушается не мгновенно, а растаскиваемые волокна за счет сил трения оказывают определенное сопротивление. При этом относительная доля общей площади под кривой для зоны после разрушения получается примерно одинаковой.

Таблица 1

Влияние вида минеральных волокон на их механические характеристики

| Материал | Масса 1 м ² отливка, г | δ, мкм | F _{max} , Н | Δl | Δl _{Fmax} | ε | ε _{Fmax} | σ _{max} кПа | E ₁ , МПа | A _{общ} | A _{нагр} | A _{разгр} | TEA _{общ} | TEA _{нагр} | TEA _{разгр} | |
|---|--------------------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------|
| | | | | мм | | | | | | мДж | | | Дж/м ² | | | |
| Стекловолоконное диаметром мкм: 0,7 | 25 | 109 | 0,163 | 2,445 | 0,519 | 0,122 | 0,026 | 39,9 | 2,028 | 0,251 | 0,071 | 0,180 | 313,9 | 89,1 | 224,8 | |
| | 50 | 208 | 0,369 | 2,840 | 0,934 | 0,142 | 0,047 | 44,9 | 1,841 | 0,666 | 0,259 | 0,407 | 832,1 | 323,8 | 508,2 | |
| | 58 | 232 | 0,437 | 3,578 | 1,352 | 0,179 | 0,068 | 47,7 | 1,159 | 0,902 | 0,333 | 0,569 | 1127,2 | 416,0 | 711,2 | |
| | 0,2 | 15 | 63 | 0,229 | 1,951 | 0,629 | 0,098 | 0,031 | 100,9 | 7,367 | 0,250 | 0,095 | 0,155 | 313,0 | 119,0 | 194,0 |
| | | 25 | 102 | 0,413 | 1,699 | 0,342 | 0,085 | 0,017 | 107,3 | 8,364 | 0,347 | 0,077 | 0,271 | 434,4 | 109,6 | 338,2 |
| | | 50 | 193 | 0,659 | 2,166 | 0,945 | 0,108 | 0,047 | 87,8 | 3,889 | 0,402 | 0,402 | 0,496 | 1123,7 | 503,1 | 620,5 |
| Каолиновое волокно диаметром 1,9 мкм | 25 | 180 | 0,048 | 2,786 | 0,279 | 0,139 | 0,014 | 7,4 | 0,275 | 0,093 | 0,009 | 0,084 | 115,7 | 11,3 | 104,4 | |
| | 50 | 191 | 0,081 | 2,408 | 0,450 | 0,120 | 0,023 | 12,0 | 0,742 | 0,119 | 0,049 | 0,071 | 149,3 | 61,2 | 88,2 | |
| | 88 | 387 | 0,255 | 2,065 | 0,310 | 0,103 | 0,015 | 18,0 | 1,029 | 0,296 | 0,063 | 0,234 | 370,5 | 78,4 | 292,0 | |
| Базальтовое волокно диаметром 1,1 мкм | 20 | 115 | 0,982 | 0,990 | 0,213 | 0,049 | 0,011 | 224,0 | 49,161 | 0,489 | 0,070 | 0,419 | 611,5 | 87,9 | 523,6 | |
| | 25 | 115 | 0,701 | 1,222 | 0,391 | 0,061 | 0,020 | 171,0 | 18,946 | 0,437 | 0,120 | 0,317 | 546,7 | 150,4 | 396,3 | |
| | 35 | 171 | 0,899 | 1,922 | 0,714 | 0,096 | 0,036 | 160,6 | 7,374 | 1,073 | 0,424 | 0,649 | 1341,2 | 529,6 | 811,7 | |
| | 50 | 172 | 0,492 | 2,242 | 0,853 | 0,112 | 0,043 | 73,0 | 3,626 | 0,603 | 0,227 | 0,376 | 753,5 | 283,2 | 470,3 | |

8*

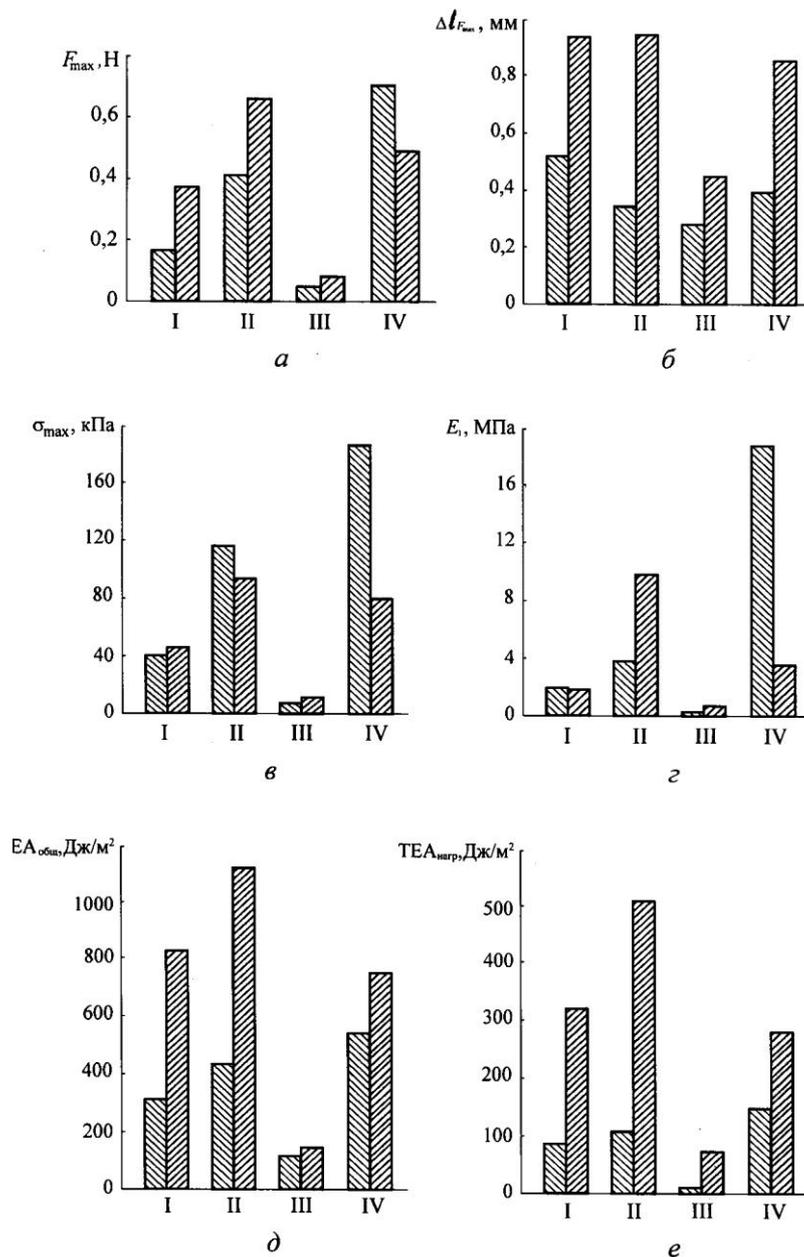


Рис. 4. Результаты испытаний образцов листовых материалов из минеральных волокон: I – стеклянное диаметром 0,7 мкм; II – 0,2 мкм; III – каолиновое; IV – базальтовое; а – максимально достигаемая нагрузка F_{max} ; б – удлинение при максимальной нагрузке $\Delta l_{F_{max}}$; в – разрушающее напряжение σ_{max} ; г – модуль упругости E_1 ; д – общая энергия разрушения ТЕА; е – энергия, затраченная на нагружение до максимальной нагрузки $TEA_{нагр}$ (□ – масса 1 м² – 25 г/м²; ▨ – 50 г/м²)

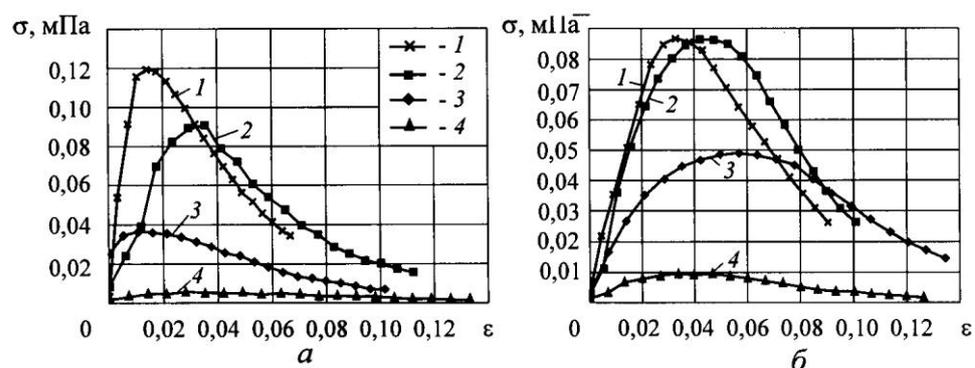


Рис. 5. Кривые зависимости напряжение-деформация для образцов листовых материалов из минеральных волокон массой 1 м² 25 (а) и 50 г (б): 1 – базальтовое, 2 – стеклянное диаметром 0,2 мкм, 3 – 0,7 мкм, 4 – каолиновое

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1) Разработана и успешно применена методика оценки деформативности и прочности образцов листовых бумагоподобных материалов без связующего, которые обладают крайне низкими величинами прочностных и деформационных характеристик.

2) Наилучшим комплексом свойств деформативности и прочности обладают листовые материалы из базальтовых волокон и стеклянных волокон диаметром 0,2 мкм.

3) Увеличение диаметра стеклянных волокон приводит к ухудшению свойств за счет снижения числа волокон и межволоконных контактов, обеспечивающих целостность структуры листа при отсутствии связующего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аслонова М.С.* Стекланные волокна / М.С. Аслонова. – М.: Химия, 1979. – 256 с.
2. *Дубовый В.К.* Создание фильтровальных материалов на основе минеральных волокон для высокоэффективной очистки воздуха. Сообщение 1. Влияние композиции, вида минеральных волокон и их толщины на основные свойства однослойных образцов фильтровальных материалов / В.К. Дубовый, Г.И. Чижов // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2004. – № 10. – С. 46–49.
3. *Дубовый В.К.* Стекланные волокна. Свойства и применение / В.К. Дубовый. – СПб.: Нестор, 2003. – 130 с.
4. Свид. об официальной регистрации программы для ЭВМ 2001610526 РФ. Программное обеспечение лабораторного испытательного комплекса для оценки деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов (КОМПЛЕКС) / Казаков Я.В., Комаров В.И. (РФ); заявитель и правообладатель ГОУ ВПО АГТУ (RU). – № 2001610250/69; заявл. 11.03. 2001; опубл. 10.05.2001, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.
5. *Комаров В.И.* Анализ механического поведения целлюлозно-бумажных материалов при приложении растягивающей нагрузки / В.И. Комаров, Я.В. Казаков // Лесн. вестник / МГУЛ. – 2000. – № 3 (12). – С. 52–62.

С.-Петербургская государственная
лесотехническая академия

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 26.11.04

V.K. Dubovoj, Ya.V. Kazakov

Deformational Properties of Paper-like Materials based on Mineral Fibers of Different Origin

Comparison of characteristics of sheet material made of glass, kaolin, basalt fibers without using binding agents is carried out based on the developed technique of determining deformational characteristics of sheets made of mineral fibers.





УДК 630*79

М.Д. Каргополов, В.Н. Мякишин

Каргополов Михаил Дмитриевич родился в 1949 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики отраслей Архангельского государственного технического университета. Имеет более 80 печатных научных работ по проблемам измерения затрат и результатов производства и производительности капитала.



Мякишин Владимир Николаевич родился в 1980 г., окончил в 2002 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры экономики отраслей АГТУ. Имеет 8 печатных работ по проблемам сбалансированности развития регионального ЛПК.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СТРУКТУРНЫХ СДВИГОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛПК

Методом структурных сдвигов исследована динамика структуры производств ЛПК Архангельской области в 1999 – 2001 гг. Рассмотрены итоги сравнительного анализа скорости, интенсивности и пропорциональности изменений структуры продукции и ресурсов, проанализирована роль структурного фактора в динамике показателей эффективности, дана оценка структурной сбалансированности в распределении ресурсов и произведенной продукции.

Ключевые слова: межпродуктовый баланс, ЛПК, коэффициенты, индекс структурных сдвигов, воспроизводственные пропорции.

Одной из важнейших задач регулирования деятельности ЛПК является разработка обоснованной структурной политики, направленной на выявление и ликвидацию сложившихся диспропорций в производстве и потреблении продукции. Решение этой задачи позволит достигнуть наибольшей сбалансированности производств ЛПК и эффективности его развития.

В первую очередь следует изучить наметившиеся тенденции в изменении структуры. Статические межпродуктовые балансы [2] позволяют ус-

тановить сбалансированность структуры производства и потребления продукции (ресурсов) на определенный момент времени. Динамику структуры во времени можно оценить при помощи балансовых методов (динамических балансов) и методов структурных сдвигов [1]. Динамические межпродуктовые балансы – это точный, но сложный инструмент. Нормативная база, на которой строятся динамические балансы, должна учитывать влияние НТП, тенденции развития экономики страны и другие прямые и косвенные факторы развития производства.

Наиболее просто и достаточно точно поставленную задачу можно решить методом структурных сдвигов, используя специальную систему показателей:

- 1) характеризующих структуру экономических явлений: удельный вес (доля);
- 2) позволяющих оценить степень изменения структуры изучаемого явления во времени: абсолютный прирост и темп роста удельного веса;
- 3) дающих сводную оценку структурных сдвигов: коэффициенты абсолютных и относительных структурных сдвигов.

Структура материального производства включает структуру распределения ресурсов и продукции. В табл. 1 представлена структура продукции и ресурсов ЛПК за 3 года. Источником информации послужили данные Архангельского областного комитета государственной статистики [4] и расчеты, произведенные на основе межпродуктового баланса ЛПК Архангельской области [3].

В условиях некоторого подъема производства в 1999–2001 гг. произошли изменения в структуре товарной продукции по отраслям ЛПК: возросла доля ЦБП от 72,8 % в 1999 г. до 74,5 % в 2001 г. и деревообрабатывающей промышленности от 2,9 до 6,7 %; доля лесозаготовительной промышленности снизилась от 24,3 до 18,8 %.

Для оценки скорости изменения структуры лесопромышленного комплекса воспользуемся так называемым коэффициентом абсолютных

Таблица 1

Структура продукции и ресурсов ЛПК, %

| Отрасль | Валовая продукция | | | Чистая продукция | | | Основные фонды | | | Промышленно-производственный персонал | | |
|----------------------|-------------------|------|------|------------------|------|------|----------------|------|------|---------------------------------------|------|------|
| | 1999 | 2000 | 2001 | 1999 | 2000 | 2001 | 1999 | 2000 | 2001 | 1999 | 2000 | 2001 |
| Лесозаготовительная | 19,4 | 16,3 | 16,8 | 24,3 | 18,4 | 18,8 | 23,9 | 20,2 | 17,7 | 45,8 | 44,0 | 42,0 |
| Деревообрабатывающая | 9,7 | 9,6 | 10,6 | 2,9 | 5,1 | 6,7 | 13,7 | 13,7 | 13,8 | 25,8 | 29,0 | 31,0 |
| Целлюлозно-бумажная | 71,0 | 74,0 | 72,6 | 72,8 | 76,6 | 74,5 | 62,4 | 66,1 | 68,5 | 28,4 | 27,0 | 27,0 |

структурных сдвигов, который показывает различие доли отдельных производств в общем объеме продукции. Этот показатель рассчитывают по фор-

мулам линейного и квадратического коэффициентов абсолютных структурных сдвигов [1]:

$$\bar{\delta}_{f_1-f_0} = \frac{\sum |f_1 - f_0|}{n};$$

$$\delta_{f_1-f_0} = \sqrt{\frac{\sum (f_1 - f_0)^2}{n}},$$

где f – доля отрасли в общем объеме валовой (или чистой) продукции;
 n – количество производств.

Как и линейный, квадратический коэффициент абсолютных структурных сдвигов будет тем больше, чем резче, сильнее сами абсолютные структурные сдвиги.

Интенсивность изменения структуры продукции можно оценить с помощью линейного и квадратического коэффициентов относительных структурных сдвигов, рассчитанных по формулам

$$\bar{\delta}_{\frac{f_1}{f_0}} = \sum \left| \frac{f_1}{f_0} - 1 \right| f_0;$$

$$\delta_{\frac{f_1}{f_0}} = \sqrt{\sum \left(\frac{f_1}{f_0} - 1 \right)^2} f_0.$$

С помощью линейного коэффициента можно определить, на сколько процентов в отчетном периоде по сравнению с базисным (показатели которого принимаются за 100 %) изменяется в среднем доля производств в валовой (чистой) продукции. Чем больше линейный коэффициент относительных структурных сдвигов, тем резче они проявляются, и наоборот. Квадратический коэффициент показывает, насколько в среднем отклоняются индексы роста валовой (чистой) продукции в каждом производстве по сравнению с общим объемом продукции комплекса.

Показывая резкость, силу структурных сдвигов в продукции ЛПК за 1999–2001 гг., исчисленные линейный и квадратический коэффициенты относительных структурных сдвигов вместе с тем служат характеристиками равномерности, пропорциональности изменения абсолютного объема продукции отдельных производств ЛПК.

Линейный коэффициент относительных структурных сдвигов может быть вычислен косвенно с помощью формулы

$$\bar{\delta}_{\frac{f_1}{f_0}} = \sum |f_1 - f_0| = \frac{\sum |i_m - I_m| m_0}{\sum m_0} : I_m = \omega_{i_m}, \quad (1)$$

где ω_{i_m} – линейный коэффициент колеблемости;

i_m – индекс объема отдельных частей совокупности;

I_m – индекс объема всей совокупности в целом;

m_0 – объем отдельных частей совокупности в базисном периоде.

Как следует из формулы (1), линейный коэффициент относительных структурных сдвигов представляет собой отношение среднего линейного отклонения индекса объемов отдельных производств к индексу совокупного объема продукции ЛПК, иначе говоря, совпадает с линейным коэффициентом колеблемости индексов объемов частей совокупности. Последний же, как известно, служит показателем пропорциональности, равномерности изменения объемов отдельных частей совокупности.

Косвенно квадратический коэффициент относительных структурных сдвигов можно вычислить по формуле

$$\sigma_{\frac{f_1}{f_0}} = \sqrt{\sum \left(\frac{f_1}{f_0} - 1 \right)^2} \cdot f_0 = \sqrt{\frac{\sum m - I_m^2}{\sum m_0}} : I_m = \frac{\sigma_{i_m}}{I_m} = v_{i_m}, \quad (2)$$

где v_{i_m} – коэффициент вариации индексов объема отдельных частей совокупности.

Таким образом, квадратический коэффициент относительных структурных сдвигов представляет собой коэффициент вариации индексов объемов отдельных частей совокупности (отношение среднего квадратического отклонения этих индексов к индексу объема всей совокупности).

Коэффициент вариации, как и коэффициент колеблемости, служит показателем пропорциональности, равномерности изменения объемов отдельных частей совокупности. Чем более неравномерным, непропорциональным будет изменение объемов отдельных частей совокупности, тем больше коэффициент вариации, определяемый по формуле (2). Как видно из формул (1) и (2), коэффициенты относительных структурных сдвигов могут быть использованы для выявления равномерности, пропорциональности изменения объемов отдельных производств ЛПК.

С помощью данных показателей оценим резкость сдвигов в структуре валовой и чистой продукции лесопромышленного комплекса Архангельской области. Произведенные нами расчеты линейного и квадратического коэффициентов абсолютных сдвигов показывают, что наибольшие изменения в структуре лесопромышленного комплекса произошли в 1999–2000 гг., этому периоду соответствует и самая высокая скорость изменения структуры чистой продукции (линейный коэффициент абсолютных структурных сдвигов – 4,0, квадратический – 0,2 %). За 2000–2001 гг. коэффициенты значительно меньше (1,4 и 0,02 %), т. е. произошло определенное сглаживание скорости изменения структуры чистой продукции (табл. 2).

Анализ структуры валовой и чистой продукции в 1999–2001 гг. показывает, что в различные периоды степень интенсивности относительных структурных сдвигов также различна. В 1999–2000 гг. коэффициенты относительных структурных сдвигов (как линейные, так и квадратические) значительно выше аналогичных коэффициентов в 2000–2001 гг.

Таблица 2

Динамика показателей структурных сдвигов в ресурсах и продукции ЛПК

| Коэффициент структурных сдвигов | Продукция | | | | Ресурсы | | | |
|---------------------------------|-----------|--------|--------|--------|---------------------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| | валовая | | чистая | | Основные производственные фонды | | Промышленно-производственный персонал | |
| | 2000 | 2001 | 2000 | 2001 | 2000 | 2001 | 2000 | 2001 |
| Абсолютных: | | | | | | | | |
| линейный | 0,0204 | 0,0094 | 0,0395 | 0,0139 | 0,0247 | 0,0167 | 0,0216 | 0,0131 |
| квадратический | 0,0006 | 0,0001 | 0,0018 | 0,0002 | 0,0009 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0003 |
| Относительных: | | | | | | | | |
| линейный | 0,0061 | 0,0014 | 0,0332 | 0,0061 | 0,0079 | 0,0040 | 0,0055 | 0,0022 |
| квадратический | 0,0780 | 0,0368 | 0,1821 | 0,0781 | 0,0890 | 0,0630 | 0,0740 | 0,0470 |

Сдвиги в структуре чистой продукции (как абсолютные, так и относительные) в 1999–2001 гг. были более значительными, чем в структуре валовой продукции, что вызвано более резким изменением пропорций в структуре чистой продукции.

Среди ресурсов наиболее динамична структура основных производственных фондов (см. табл. 1). Тенденции их перераспределения следующие: снижение доли фондов в лесозаготовительной промышленности (на 6,2 %), повышение в ЦБП (на 6,1%), в деревообрабатывающей промышленности они относительно стабильны. В целом в структуре основных фондов из-за сокращения их прироста наблюдалась ярко выраженная тенденция уменьшения структурных сдвигов: в 1999–2000 гг. каждая отрасль материального производства изменила свою долю в среднем на 2,5 %, в 2000–2001 гг. – только на 1,6 % (табл. 2).

Несколько меньшая динамичность характерна для структуры трудовых ресурсов. В 1999–2001 гг. изменилась доля каждой отрасли в общей численности занятых в лесопромышленном производстве на 1,4 %. Доля лесозаготовительной промышленности в общем объеме трудовых ресурсов ЛПК снизилась на 3,8 %, деревообрабатывающей – возросла на 5,3 %. Интенсивность сдвигов в структуре трудовых ресурсов в 2000–2001 гг. снизилась в 2,5 раза по сравнению с 1999–2000 гг.

При рассмотрении динамики структурных сдвигов производств ЛПК прослеживаются следующие закономерности: быстрее всего меняется структура основных производственных фондов, затем – промышленно-производственного персонала, еще медленнее – валовой продукции.

Изменение пропорций между взаимосвязанными производствами (на микроуровне) оказывает влияние на эффективность ЛПК непосредственно через преимущественное развитие производств, которые обеспечивают больший конечный результат с меньшими затратами труда, фондов, материалов (прямое влияние). Изменение доли этих производств влечет за собой изменение среднего по комплексу уровня производительности труда, фондо- и материалоемкости.

В статистической практике для определения влияния структурных сдвигов на динамику показателей эффективности производства применяют различные модификации индексов переменного и постоянного состава. Индекс переменного состава позволяет отслеживать в динамике средних уровней показателей эффективности влияние двух факторов: изменения ресурсоемкости отдельных производств и доли производств (в стоимости валовой продукции – для материалоемкости, в стоимости основных фондов – для фондоотдачи, в численности промышленно-производственного персонала – для производительности труда) с разным уровнем ресурсоемкости.

Для оценки влияния структурных сдвигов на динамику показателей эффективности необходимо исключить влияние изменения уровня изучаемого явления в отдельных производствах ЛПК.

Так, при определении влияния отраслевых структурных сдвигов на средний по лесопромышленному комплексу показатель производительности труда рассчитывают индекс переменного состава $I_{\text{пер.с}}$, отражающий влияние всех факторов:

$$I_{\text{пер.с}} = \frac{\sum P_1 d_1}{\sum P_0 d_0},$$

где P – уровень производительности труда в отдельных отраслях ЛПК;

d – доля работников, занятых в этих отраслях.

Одновременно исчисляют индекс постоянного состава $I_{\text{пост.с}}$, не зависящий от структурных сдвигов в материальном производстве:

$$I_{\text{пост.с}} = \frac{\sum P_1 d_1}{\sum P_0 d_1}.$$

Для определения направления и размера влияния структурных изменений в производстве находят индекс структурных сдвигов:

$$I_{\text{с.с}} = \frac{\sum P_0 d_1}{\sum P_0 d_0}.$$

Разница между числителем и знаменателем этих индексов показывает абсолютное изменение выработки за счет указанных выше факторов.

На основании изложенных методических принципов нами определено влияние структурных сдвигов на сводные показатели производительности труда, фондоотдачи и материалоемкости ЛПК (табл. 3).

Как свидетельствуют результаты наших расчетов, структурные сдвиги между взаимосвязанными производствами на уровне комплекса оказали в целом отрицательное влияние на рост производительности труда и фондоотдачи, положительное – на материалоемкость. Это влияние тем ощутимее, чем динамичнее отраслевые структурные сдвиги.

Влияние структурных сдвигов на производительность труда в разные периоды неодинаково и зависит от различных технических уровней производства, фондо- и энерговооруженности, специализации, коопериро-

Таблица 3

Влияние структурных сдвигов

на изменение показателей эффективности ЛПК в 2000–2001 гг.

| Изменение | Производительность | Фондоотдача | Материалоемкость |
|---|--------------------|---------------|------------------|
| Общее | 36 024,33 / 13,30 | -0,07 / -5,19 | -0,01 / -3,04 |
| В том числе за счет: структурных сдвигов | -1 215,83 / -0,45 | -0,02 / -1,32 | 0,00 / 1,03 |
| отраслевых уровней ресурсоемкости | 37 240,16 / 13,75 | -0,05 / -3,87 | -0,01 / -4,07 |

Примечание. В числителе – абсолютное, в знаменателе – относительное изменение.

вания и концентрации. Наиболее высокий уровень технической вооруженности труда наблюдается в целлюлозно-бумажной промышленности.

Снижение в 2001 г. среднего по ЛПК уровня фондоотдачи произошло, в основном, в результате уменьшения фондоотдачи в целлюлозно-бумажной промышленности на 8 % и повышения доли ЦБП в стоимости основных фондов на 2,4 %; снижение уровня материалоемкости – за счет уменьшения показателя материалоемкости в деревообрабатывающей промышленности, структурные сдвиги пока способствуют повышению данного показателя.

Структурные сдвиги оказывают влияние на эффективность ЛПК также через повышение уровня пропорциональности и сбалансированности между производствами. Это позволяет получить лучший результат за счет устранения диспропорций, без привлечения дополнительных ресурсов.

При формировании структуры производства необходимо ориентироваться на наибольший суммарный результат действия структурных сдвигов по всем направлениям. Если не учитывать существующую экономическую ситуацию, то по значимости на первом месте окажется поддержание сбалансированности как необходимое условие рационального использования ресурсов, на втором – непосредственное, прямое влияние структурных сдвигов на эффективность.

В сложившейся в последние годы ситуации важнейшей предпосылкой наиболее полной реализации эффективности структурных сдвигов является сбалансированность в развитии производств. Ее основой является пропорциональность производства, заключающаяся в таком распределении ресурсов, которое обеспечивает соответствие объемов и структуры производства продукции потребностям в ней. Взаимосвязь конкретных воспроизводственных пропорций можно исследовать по изменению основных показателей экономической эффективности производства. Интенсивность их изменений по отдельным производствам ЛПК и достигнутое в конкретный период соотношение между темпами роста показателей определяют потребность каждого производства в ресурсах. Резкие колебания в изменении показате-

Таблица 4

Темпы роста показателей эффективности производств ЛПК

по сравнению с предыдущим годом, %

| Отрасль | Производительность | | | Материалоемкость | | | Фондоемкость | | |
|----------------------|--------------------|--------|--------|------------------|-------|--------|--------------|--------|--------|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2000 | 2001 | 2002 | 2000 | 2001 | 2002 |
| ЛПК в целом | 137,81 | 111,48 | 103,62 | 79,24 | 96,92 | 103,43 | 67,46 | 103,77 | 103,69 |
| В том числе: | | | | | | | | | |
| лесозаготовительная | 121,12 | 119,87 | 95,87 | 96,21 | 96,87 | 108,36 | 67,62 | 88,45 | 109,64 |
| деревообрабатывающая | 154,78 | 114,28 | 121,06 | 77,56 | 87,03 | 93,38 | 67,60 | 95,07 | 97,65 |
| целлюлозно-бумажная | 151,17 | 109,42 | 99,03 | 76,20 | 98,72 | 104,01 | 68,51 | 109,64 | 103,39 |

лей эффективности в отдельных структурных единицах приводят к нарушению пропорциональности между ними, неоправданному отвлечению материальных и трудовых ресурсов в традиционные производства, сужению возможностей ускоренного развития прогрессивных производств.

Как подтверждают данные табл. 4, темпы роста производительности труда, фондо- и материалоемкости продукции в течение 1999–2002 гг. изменялись в разных направлениях и с разной степенью интенсивности.

Степень изменения объемов продукции и необходимых производственных ресурсов под воздействием интенсивности изменения показателей эффективности можно определить по формулам:

$$\Delta T_{\text{п}} = T_{\text{п}_1} - T_{\text{пр}_0} T_{\text{ч}_1} : 100;$$

$$\Delta T_{\text{ф}} = T_{\text{ф}_1} - T_{\text{фе}_0} T_{\text{п}_1} : 100;$$

$$\Delta T_{\text{м}} = T_{\text{м}_1} - T_{\text{ме}_0} T_{\text{п}_1} : 100;$$

$$\Delta T_{\text{ч}} = \left(\frac{T_{\text{п}_1}}{T_{\text{пр}_1}} - \frac{T_{\text{п}_1}}{T_{\text{пр}_0}} \right) \cdot 100;$$

где $\Delta T_{\text{п}}$, $\Delta T_{\text{ф}}$, $\Delta T_{\text{м}}$, $\Delta T_{\text{ч}}$ – абсолютные темпы прироста соответственно продукции, фондов, материальных затрат, численности работников;

$T_{\text{п}}$, $T_{\text{ф}}$, $T_{\text{м}}$, $T_{\text{пр}}$, $T_{\text{фе}}$, $T_{\text{ме}}$ – темпы роста продукции, фондов, материальных затрат, производительности труда, фондо- и материалоемкости продукции.

В табл. 5 представлены данные, рассчитанные по предложенным формулам. Прослеживается прямая зависимость прироста объемов продукции и производственных ресурсов от интенсивности и направленности изменения показателей эффективности производства. Так, в лесозаготовительной промышленности в 2002 г. по сравнению с 2000 г. темпы роста объемов продукции были на 23 % ниже возможных при сохранении темпов роста производительности труда на уровне 2000 г. Ускорение темпов роста фондо- и материалоемкости продукции лесозаготовительного производства в 2002 г. привело к значительному перерасходу материальных ресурсов и

Таблица 5

Степень влияния интенсивности изменения показателей эффективности

**производства на темпы роста продукции и производственных ресурсов
в 1999 – 2002 гг.**

| Отрасль | Абсолютный темп прироста, % | | | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|--------|------------------------|-------|--------------------------|-------|----------------------------|-------|
| | продукции | | основных фондов | | численности работников | | материальных затрат | |
| | за счет интенсивности изменения | | | | | | | |
| | производительности труда | | фондоемкости продукции | | производительности труда | | материалоемкости продукции | |
| ЛПК в целом | -25,46 | -7,80 | 11,19 | -5,21 | 11,94 | -2,75 | 19,07 | 6,69 |
| В том числе: | | | | | | | | |
| лесозаготовительная | -1,16 | -23,39 | 12,93 | 4,42 | 13,19 | -5,20 | 0,73 | 10,74 |
| деревообрабатывающая | -41,39 | 0,84 | 12,01 | -3,71 | 17,44 | 7,13 | 11,23 | 7,08 |
| целлюлозно-бумажная | -40,35 | -10,88 | 9,29 | -8,65 | 6,74 | -8,35 | 23,82 | 5,49 |

основных производственных фондов (соответственно на 10,7 и 4,4 %). Аналогично можно проследить зависимость между интенсивностью изменения показателей эффективности и потребностью в производственных ресурсах в других производствах.

Произведенные расчеты позволяют сделать вывод, что обеспечение устойчивых темпов роста эффективности производств ЛПК является средством достижения сбалансированности его развития. Взаимозависимость всех сторон ЛПК не позволяет ускоренно развивать одни производства без развития сопряженных, могут возникнуть диспропорции. В таких случаях экономическая система сама стихийно приспосабливается, ориентируясь на производство, отстающее от потребностей. Отсюда – недоиспользование (потеря) эффекта быстро развивающихся производств.

Применение метода структурных сдвигов позволило оценить динамику структуры производства ЛПК, проанализировать взаимосвязь структурных сдвигов в распределении ресурсов и произведенной продукции. На основании выполненного анализа можно сделать вывод о соответствии изменения структуры продукции и основных фондов. Вместе с тем отмечается несоответствие между изменениями структуры продукции и трудовых ресурсов: в 1999–2001 гг. увеличение доли продукции ЦБП на 1,6 % произошло при уменьшении доли в промышленно-производственном персонале на 1,4 %, для лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности наблюдается согласование направлений изменения доли продукции и ресурсов.

Проведенные исследования позволяют констатировать, что в 1999–2001 гг. в ЛПК не было достигнуто принципиальных структурных сдвигов в производстве, обеспечивающих повышение его эффективности, и структурный кризис не преодолен, поэтому остается актуальной разработка обоснованной структурной политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Казинец Л.С.* Измерение структурных сдвигов в экономике / Л.С. Казинец. – М.: Экономика, 1969. – 168 с.
2. *Каргополов М.Д.* Межоперационный баланс затрат и результатов производства: теория и практика / М.Д. Каргополов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2001. – 128 с.
3. *Каргополов М.Д.* Исследование производства и распределения продукции регионального лесопромышленного комплекса на основе межпродуктового баланса / М.Д. Каргополов, В.Н. Мякшин // Лесн. журн. – 2004. – № 5. – С. 111–116. – (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность Архангельской области 1996–2002: стат. сб. / Архангельский облкомстат. – Архангельск: Архангельский облкомстат, 2003. – 46 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 28.06.04

M.D. Kargopolov, V.N. Myakshin

Use of Structural Shifts Method for Assessment of Balance and Efficiency of Forest-industrial Complex

Dynamics of FIC production pateru of Arkhangelsk region in 1999 – 2001 has been studied by method of structural shifts. Results of the comparative analysis of speed, intensity and proportionality of production and resources structure change have been considered, the role of structural factor in the dynamics of efficiency factors has been analyzed, the structural balance in the resource distribution and products manufactured has been assessed.



УДК 634.0.31

Ю.А. Варфоломеев, А.Ш. Давитиашвили, И.В. Пьянков

Давитиашвили Александр Шалвович родился в 1953 г., окончил в 1975 Архангельский лесотехнический институт, руководитель ООО «ЛПК «Северо – Запад», чл.-корреспондент Российской инженерной академии.



Пьянков Игорь Владимирович родился в 1980 г., окончил в 2003 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры инженерных конструкций и архитектуры АГТУ. Имеет 3 публикации в области изготовления деревянных деталей круглого сечения с гарантированным уровнем долговечности за счет глубокой пропитки защитными препаратами.



АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ЗОНЕ УСЫХАНИЯ ЛЕСОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Для стимулирования заготовки и переработки сухостойной древесины (междуречье Северной Двины и Пинеги) предложено снизить плату за аренду усыхающих лесов, пораженных насекомыми, с дифференцированным учетом уровня их дефектности.

Ключевые слова: биопоражение, усыхание, ель, арендная плата, дифференцированный учет.

В последние годы в Архангельской области (междуречье Северной Двины и Пинеги) на территории Верхнетоемского, Виноградовского и Пинежского районов зафиксированы интенсивное биопоражение и усыхание еловых лесов. По данным лесопатологических исследований 2004/05 гг., выполненных ФГУ «Рослесозащита», общая площадь усыхающих лесов оценивается в 2 млн га с запасом более 100 млн м³ древесины и активно расширяется. От этого страдают не только лесозаготовительные предприятия (такие как ОАО «Двинлес», Борецкий, Конецгорский и еще 25 более мелких леспромхозов), но и крупные лесопильно-деревообрабатывающие предприятия г. Архангельска.

Результаты исследований Лаборатории защиты древесины ЦНИИМОД свидетельствуют, что при переработке экспериментальных партий еловых балансов из сухостойной древесины в рубительных машинах быстро изнашивается режущий инструмент, щепа получается низкого качества, ее края имеют вид излома. При рубке отлетают на большое расстояние острые сухие щепки, представляющие опасность для работающих. Поэтому

целлюлозно-бумажные комбинаты Архангельской области принимают балансовое сырье из усыхающих лесов в ограниченном количестве и по низким ценам.

Работники лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятий Верхнетоемского и других районов междуречья зафиксировали интенсивное увеличение популяций короеда-типографа и усача и активизацию усыхания перестойных еловых лесов после жаркого лета 1997 г. Быстрее всего поражаются древостои на участках, примыкающих к границам сплошных рубок. Почва под крайними деревьями здесь наиболее быстро сохла, резко понижался уровень грунтовых вод под воздействием ветра и солнечного излучения. Это создавало дефицит влаги для растительности. Насекомые-паразиты в лесу присутствуют всегда, и уровень их опасности зависит от численности. При благоприятных условиях произрастания здоровые деревья хорошо справляются с короедом-типографом. В месте углубления короеда в здоровую древесину интенсивно выделяется смола, что не только затрудняет его жизнедеятельность, но и губит паразита. В перестойных лесах при неблагоприятных условиях произрастания ослабленные деревья не подавляют процессы жизнедеятельности насекомых-паразитов, которые быстро размножаются.

При натурном обследовании лесного фонда Двинлеса в делянках, расположенных в Верхнетоемском районе, Лабораторией защиты древесины ЦНИИМОД зафиксировано интенсивное усыхание не только перестойных (возраст 180 ... 250 лет), но и молодых елей. Выявлена следующая динамика процесса: сначала дерево активно поражается короедом-типографом, местами опадает кора, на оголенных участках интенсивно сохнет древесина, потом происходит заселение и развитие усачей, которые проделывают в древесине глубокие ходы достаточно большого диаметра. В результате быстрой и неравномерной усушки ствола по объему в поверхностной зоне образуются внутренние растягивающие напряжения, вызывающие появление продольных трещин, которые быстро увеличиваются по длине, глубине и ширине раскрытия. Процесс образования трещин происходит на фоне интенсивного поражения древесины грибами синевы. В результате биологического повреждения в древесине образуются такие дефекты, которые полностью исключают перспективу ее использования в экспортном лесопилении. Это резко снижает рентабельность лесозаготовительных производств.

В целях определения влияния усыхания еловых древостоев на технико-экономические показатели лесозаготовительных производств были проанализированы результаты выработки сортиментов в ОАО «Двинские лесопромышленники». Изучены показатели работы предприятия за период с января по август 2003–2005 гг., для сопоставления данных приведены показатели 1995 г., когда еще не существовало проблемы с лесами междуречья. Все учитываемые годы заготовку древесины вели в одном районе. Статистические данные о выработке хвойных сортиментов приведены в таблице.

В настоящее время государство не выдает лесопользователям никаких преференций, стимулирующих первоочередную рубку, вывозку и пере-

работку сухостойной древесины, пораженной насекомыми. Поэтому лесозаготовители предпочитают в первую очередь осваивать делянки, наименее пострадавшие от биоповреждения, и ориентируются на максимальный выход экспортного пиловочника 1–2-го сортов по ГОСТ 9463–88 «Лесоматериалы круглые хвойных пород». Несмотря на это, прослеживается четкая закономерность снижения рентабельности лесозаготовительного производства. Так, из приведенных в таблице данных видно, что в 2003 г. по сравнению с 1995 г. выход пиловочника 1–3-го сортов по ГОСТ 9463–88 снизился на 3,2 %, в 2004 – на 9,7 %, 2005 – на 14,5 %. При этом за рассматриваемый период выход еловых балансов 3-го сорта увеличился в 1,7 раза, а 1–2-го сортов, которые пользуются наибольшим спросом в целлюлозно-бумажной промышленности, – сократился в 2,5 раза. Это обусловлено тем, что еловые балансы из сухостойной древесины, заготовленной в лесах междуречья, имеют плохой товарный вид: кора местами отвалилась,

**Выход сортиментов за учетный период (январь – август)
в ОАО «Двинские лесопромышленники»**

| Сортименты | 1995 г. | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Раскряжевка | 186,2 / 100 | 301,8 / 100 | 302,8 / 100 | 294,6 / 100 |
| Пиловочник хвойный | 101,5 / 54,4 | 154,8 / 51,3 | 135,9 / 44,8 | 118,0 / 40,0 |
| В том числе: | | | | |
| ель 1 – 2-го сортов | 93,8 / 92,4 | 134,9 / 87,2 | 115,4 / 84,9 | 107,7 / 91,2 |
| ель 3-го сорта | 7,7 / 7,6 | 19,9 / 12,8 | 20,5 / 15,1 | 10,3 / 8,8 |
| Балансы | 47,0 / 25,2 | 101,1 / 33,5 | 129,1 / 42,6 | 132,9 / 45,1 |
| В том числе хвойные: | | | | |
| ель 1 – 2-го сортов | 42,1 / 89,6 | 85,3 / 84,4 | 108,4 / 84,0 | 111,1 / 83,6 |
| ель 3-го сорта | 22,6 / 53,7 | 23,9 / 28,0 | 22,7 / 21,0 | 23,3 / 21,0 |
| | 19,5 / 46,3 | 61,4 / 72,0 | 85,7 / 79,0 | 87,8 / 79,0 |

Примечание. 1. Низкие объемы статистически учтенной заготовки в 1995 г. объясняются неудовлетворительным финансовым состоянием производства в годы перестройки. 2. В числителе приведены данные в тыс. м³, в знаменателе – в процентах.

на поверхности видны следы жизнедеятельности короеда-типографа, периферийная зона поражена синевой, имеются глубокие продольные трещины. В общем объеме заготавливаемого сырья растет доля фаутной древесины. Несмотря на то, что цена на пиловочник 1–2-го сортов на экспортных лесозаводах г. Архангельска в 2004 г. колебалась в пределах 950 ... 980 руб./м³, к осени 2005 г. составляла 1150 ... 1180 руб./м³, а к концу года прогнозировался ее рост до 1250 руб. / м³, лесозаготовительное производство в усыхающих лесах теряет экономическую привлекательность для крупных предприятий.

Результаты проведенных натурных обследований биопоражения леса и анализ отечественного и зарубежного опыта борьбы с этим явлением показали, что в первую очередь необходимо интенсивно вырубать леса в очагах биопоражения и вывозить фаутную древесину, что для лесозаготови-

телей экономически нецелесообразно без крупных дотаций. Руководствуясь приказами Федерального агентства лесного хозяйства № 50 от 01.04.2005 г. и № 106 от 20.05.2005 г. и основываясь на научно-обоснованных данных о состоянии арендованных лесов в зоне усыхания, ОАО «Двинлес» обратилось в Агентство лесного хозяйства по Архангельской области и Ненецкому автономному округу с ходатайством о снижении размера платы за древесину, отпускаемую на корню при сплошных санитарных рубках. Принимая во внимание прогрессирующую деградацию лесов, предложено дифференцированно учитывать фактическое снижение качества еловых древостоев и установить на весь объем отпускаемой древесины на 2005 / 06 гг. следующее понижение платежей по сравнению с уровнем арендной платы, принятой до рассматриваемой природной катастрофы в лесах междуречья: по Выйскому лесхозу – на 70 %, по Верхнетоемскому лесхозу – на 80 %.

За счет снижения платежей за аренду дефектных усыхающих лесов планируется создать непосредственно в районе лесозаготовок комплекс малых экспериментальных производств для переработки сухостойной биоповрежденной древесины и защитной пропитки изделий из нее с целью получения более дорогой продукции, конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках: строительных деталей для малоэтажного домостроения, изделий малых архитектурных форм для садово-паркового строительства, столбов, опор, шпал, переводных брусьев и др.

Предложенная политика объединения на взаимовыгодных условиях усилий собственника лесов – государства и арендаторов – и координация их совместной деятельности будут способствовать привлечению инвестиций в проблемные районы экологического бедствия для создания производств по комплексной переработке низкосортной древесины. Реализация указанных мероприятий позволит повысить предпринимательскую активность лесопользователей, увеличит занятость населения в 155 труднодоступных населенных пунктах междуречья и суммы налоговых отчислений в бюджеты разных уровней.

В случае неконструктивной политики регулирования лесопользования со стороны государства возможен отказ лесозаготовителей от аренды биопораженных лесов, последующее сокращение производства и вывод активов в другие сферы деятельности. Это повлечет резкое обострение социально-экономической ситуации в районах экологического бедствия и увеличение затрат государства на переселение более 20 тыс. чел. и трудоустройство 5 тыс. чел.

Выводы

1. На основании технико-экономического анализа производственной деятельности крупного лесопользователя установлено, что катастрофическое усыхание и биопоражение еловых лесов в междуречье Северной Двины и Пинеги влечет резкое снижение рентабельности лесозаготовительного производства с ежегодным сокращением объемов выработки дорогостоящего экспортного елового пиловочника на 3 ... 6 %.

2. Для стимулирования заготовки и переработки сухостойной древесины на местах предложено снизить плату за аренду усыхающих лесов, пораженных насекомыми, с дифференцированным учетом уровня их дефектности.

Архангельский государственный
технический университет
ООО «ЛПК «Северо-Запад»
Поступила 14.11.05

Yu.A. Varfolomeev, A.Sh. Davitiashvily, I.V. Pjankov

Analysis of Forest-harvesting Companies Activity in Zone of Drying Forests of Arkhangelsk Region

It is suggested to reduce the rental payment of drying forests affected by insects with differentiated accounting of their imperfection level aimed at promotion of harvesting and processing operations in the area between Severnaya Dvina and Pinega rivers.





КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 676.27/.28

В.И. Комаров, В.И. Белоглазов

Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет более 300 печатных работ в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



Белоглазов Владимир Иванович родился в 1955 г., окончил в 1978 г. Архангельский лесотехнический институт, генеральный директор ОАО «Архангельский ЦБК», почетный работник лесной промышленности РФ.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КРИТИЧЕСКОЙ ДЛИНЫ ВОЛОКНА В СТРУКТУРЕ И АНИЗОТРОПИИ СВОЙСТВ КРАФТ-ЛАЙНЕРА**

Изучен вклад собственной прочности волокон и межволоконных связей в деформационную и прочностную анизотропию крафт-лайнера; показано, что связь между коэффициентом анизотропии и относительной критической длиной волокна носит прямолинейный характер.

Ключевые слова: крафт-лайнер, коэффициент анизотропии, критическая длина волокна, прочность волокна, межволоконные связи.

Различие коэффициентов деформационной и прочностной анизотропии, которое было показано в работе [1], объясняется различным вкладом собственной прочности волокон и межволоконных сил связи и вариацией значений этих характеристик. В силовом поле в зависимости от степени ориентации отдельных структурных элементов в двух крайних (*A* и *B*) состояниях (рис. 1) волокно работает на разрыв или подвергается деформированию, а межволоконные связи – на разрыв или сдвиг. Разрушающее усилие волокна и связей в этих случаях значительно отличается. При этом относительное содержание волокон, находящихся в крайних (*A* и *B*) и промежуточном (*B*) состояниях сильно варьируется, что и определяет степень анизотропии крафт-лайнера. На рис. 1 представлено первое приближение изменений в

величине сил, действующих на волокна и межволоконные связи, в зависимости от ориентации волокон.

Ранее [4] было показано, что для оценки структуры целлюлозно-бумажных материалов может быть успешно использована интегральная характеристика фундаментальных свойств технической целлюлозы – критическая длина волокна:

$$l_k = (\delta_{p_0} \rho_2) / (2F_{св} \rho_1) d_b$$

или относительная критическая длина волокна в случае, когда не производят измерение ширины волокон:

$$l_k / d_b = (\delta_{p_0} \rho_2) / (2F_{св} \rho_1),$$

где l_k – критическая длина волокна;

d_b – ширина волокна;

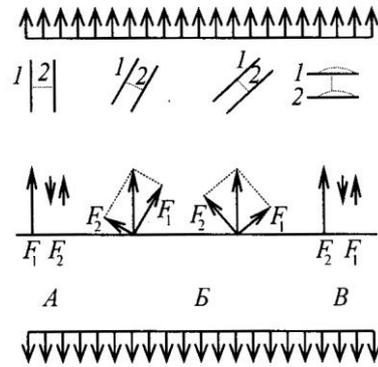
δ_{p_0} – разрушающее напряжение материала при испытании на растяжение при нулевом расстоянии между зажимами разрывной машины;

$F_{св}$ – адгезионная способность волокна, определяемая по методу Иванова [2];

ρ_1, ρ_2 – плотность образцов материала при определении разрушающего пражения и межволоконных сил связи.

Максимальное значение различных характеристик качества картона достигается при оптимальном для данной характеристики значении критической длины.

Теоретические данные, проанализированные в работе [3], позволили предположить, что изменение степени анизотропии материала приводит к изменению критической длины. Проведенный эксперимент подтвердил наличие зависимости между критической длиной волокна и коэффициентом анизотропии структуры K^II . Из данных, представленных на рис. 2, следует, что между исследуемыми характеристиками наблюдается тесная корреляция при различном угле наклона прямых в случаях использования коэффициентов деформационной K^II_d

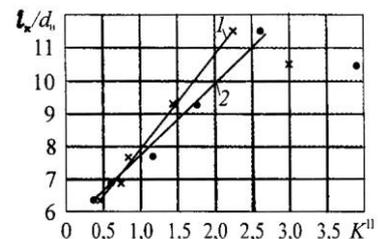


Силовое поле

Рис. 1. Силы, действующие на волокно и межволоконные связи, в зависимости от степени анизотропии структуры: 1 – волокно; 2 – межволоконная связь; F_1 – сила, действующая на волокно; F_2 – сила, действующая на межволоконную связь; А – волокна, ориентированные в направлении MD; Б – промежуточная ориентация волокон; В – волокна, ориентированные в направлении CD

Рис. 2. Влияние коэффициента анизотропии структуры крафт-лайнера K^II на относительную критическую длину волокна l_k/d_b : 1 – изменение деформационного коэффициента

K^II_d ; 2 – прочностного K^II_n



или прочностной K_{II} анизотропии. В случаях максимальных значений анизотропии, наблюдаемой при испытании в направлении CD, экспериментальные точки выпадают. Данный факт требует дополнительного исследования.

Анизотропия картона, как и других волокнистых целлюлозно-бумажных материалов, обусловлена работой напорного ящика картоноделательной машины и соотношением скоростей напускаемой бумажной массы и сетки. Характерное изменение угла ориентации волокна в структуре материала показано на рис. 3. В этом случае степень анизотропии, следовательно, и значения характеристик качества регулируются наладкой напорного ящика и изменением соотношения скоростей, но на практике с помощью этих методов не всегда удается получить требуемый эффект.

Проведенные эксперименты показали, что степень анизотропии можно регулировать и при подготовке бумажной массы к отливу, т. е. изменяя такие характеристики, как собственная прочность волокна, способность к уплотнению во влажном состоянии при размоле, фракционный состав по длине волокна при фракционировании, адгезионная способность при размоле или использовании вспомогательных химических веществ.

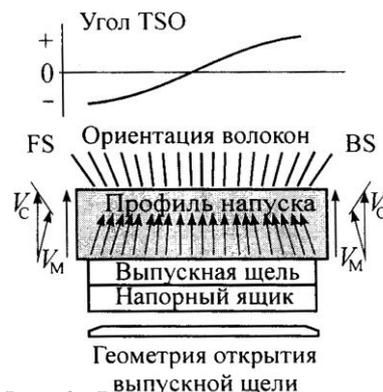


Рис. 3. Влияние ширины открытия выпускной щели напорного ящика на ориентацию волокон по ширине полотна и профиль угла TSO ($V_M < V_C$)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоглазов В.И. Анизотропия деформационных и прочностных свойств тарного картона / В.И. Белоглазов, В.И. Комаров, А.В. Гурьев // Лесн. журн. – 2005. – № 5. – С. 113–117. – (Изв. высших учеб заведений).
2. Иванов С.Н. Силы сцепления волокон в бумаге / С.Н. Иванов // Бум. пром-сть. – 1948. – № 3. – С. 8–17.
3. Комаров В.И. Деформация и разрушение волокнистых целлюлозно-бумажных материалов / В.И. Комаров. – Киров: Изд-во «Вятка», 2002. – 440 с.
4. Комаров В.И. Критическая длина волокна – фактор, определяющий деформативность и прочность целлюлозно-бумажных материалов / В.И. Комаров // Лесн. журн. – 1993. – № 4. – С. 79–83. – (Изв. высших учеб заведений).

Архангельский государственный
технический университет
ОАО АЦБК
Поступила 22.09.05

V.I. Komarov, V.I. Beloglazov

Interrelation of Critical Fiber Length in Structure and Anisotropy of Kraft-liner Characteristics

The contribution of own fiber strength and interfibrillar bonds into deformational and strength of kraft-liner anisotropy has been studied. The relation between anisotropy factor and relative critical length of fiber is shown to have rectilinear character.



ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 061.75

*В.А. Сметанин***ПРОФЕССОР А.Р. ГИБШМАН – УЧЕНЫЙ И ПЕДАГОГ**

18 ноября 2005 г. исполнилось бы 100 лет со дня рождения Александра Рудольфовича Гибшмана – блестящего педагога, пионера-исследователя, признанного крупного ученого в области технологии и механизации лесозаготовок. Он стоял у истоков лесной науки в СССР и внес весомый вклад в дело ее становления и развития. Более 50 лет преподавал, готовил инженерные кадры для лесной промышленности, четверть века заведовал кафедрой механизации лесоразработок Архангельского лесотехнического института.

А.Р. Гибшман родился в с. Велятичи Борисовского уезда Минской губернии. Его отец, Рудольф Христофорович, ученый-лесовод, выпускник Петербургского лесного института, привил сыну любовь к лесу. Мать, Татьяна Георгиевна, учитель музыки, занимаясь воспитанием пятерых детей, приобщила его к культуре.

После закрытия сельскохозяйственного техникума в Витебске, где он успел окончить два курса, в течение года работал на лесозаводе кочегаром и машинистом локомотивной установки. В 1925 г. отца перевели в Москву. По окончании Московского лесного техникума молодой специалист работал помощником таксатора и таксатором в лесоустроительных и лесообследовательских партиях.

Карьеру ученого А.Р. Гибшман начал на Севере, в Емце, на Северной опытной станции ВНИИ древесины (ЦНИИМЭ), куда поступил техником-наблюдателем в феврале 1929 г. Здесь он участвовал в изысканиях, строительстве и эксплуатации зимних конных и тракторных лесовозных дорог, изучая снег как строительный материал, преподавал на курсах дорожных мастеров. В 1930 г. секция ИТР станции командировала его в Архангельский лесотехнический институт для продолжения образования. Вся последовавшая за этим деятельность Александра Рудольфовича была связана с АЛТИ. Учебу на лесоинженерном факультете он совмещал с работой в первом на Севере научно-исследовательском институте СевНИИЭЛП. Уже тогда он увлекся наукой, руководил несколькими темами. По одной из них в 1934 г. защитил дипломный проект на тему «Инструкция по изысканию, проектированию, строительству и эксплуатации автоснежных дорог», по другой в том же году опубликовал в соавторстве с Н.Н. Воробьевым и С.А. Сыромятниковым свою первую книгу «Справочник по тракторным ледяным дорогам». В летние каникулы и периоды производственных практик работал начальником изыскательного отряда треста «Севлесстрой», а как научный сотрудник ЦНИИМЭ руководил темой «Лежневые дороги с конной тягой».

Отличник учебы, проявивший склонность к научно-исследовательской деятельности, А.Р. Гибшман был оставлен в аспирантуре на кафедре механизации лесоразработок АЛТИ. Работая над диссертацией, по совместительству преподавал в Архангельском механическом техникуме. С января 1935 г. начал педагогическую работу в АЛТИ. В ноябре 1939 г. был переведен в Архангельскую промакадемию, где до ее закрытия в январе 1941 г. работал старшим преподавателем и исполнял

обязанности заведующего кафедрой механизации лесоразработок и сухопутного транспорта.

После защиты диссертации на тему «Условия применения дорожного безрельсового транспорта на лесных складах» в январе 1941 г. А.Р. Гишман был утвержден в ученой степени кандидата технических наук и ученом звании доцента по кафедре механизации лесоразработок АЛТИ. Плодотворно совмещая педагогическую и научно-исследовательскую деятельность, он в 1940–1950 гг. активно работал над вопросами механизации и организации лесосечных работ на базе новой техники. Уже в первые послевоенные годы в лес стали поступать машины и механизмы в больших количествах, и лесозаготовки из отрасли с преобладанием ручного труда начали превращаться в развитую механизированную промышленность. Необходимо было разработать новые формы организации производства и в корне перестроить технологический процесс. В 1944 и 1946 гг. А.Р. Гишман провел производственные испытания опытных образцов электропил Н.Ф. Харламова, внедрил в производство ряд своих разработок по организации труда на электрифицированных лесосеках. С появлением комплексных лесосечных бригад стал горячим сторонником и пропагандистом новых форм организации труда на лесосеке. Разработанные им организационные принципы поточного производства на лесозаготовках получили широкое распространение. Совершенствованию лесосечных работ были посвящены и в 1950 г. изданы две его монографии «Техника и организация заготовки леса электропилами» и «Организация поточного производства на лесозаготовках»; статьи печатались в сборниках научно-исследовательских работ АЛТИ, и отраслевых журналах. А.Р. Гишман был редактором нескольких сборников по обобщению опыта работы лучших лесосечных бригад. Результаты изученного им опыта организации работ при трелевке лебедками с помощью канатных одномачтовых систем обобщены в монографии «Трелевка леса лебедками ТЛ-3».

Особенно значителен вклад А.Р. Гишмана в разработку теоретических основ лесоскладского дела – он один из первых исследователей в области технологии и организации работ на приречных нижних складах и лесоперевалочных базах. В 1960-х гг. он возглавил исследования кафедры по этим проблемам. По результатам исследований в 1970 г. вышла в свет книга «Комплексная механизация работ на приречных складах», использовавшаяся в качестве учебного пособия во всех лесотехнических вузах страны.

Под руководством А.Р. Гишмана сотрудники кафедры подготовили и защитили две кандидатские диссертации. Он выступал официальным оппонентом и экспертом ВАК по кандидатским диссертациям, был официальным рецензентом и научным редактором нескольких учебников для лесотехнических учебных заведений.

Александр Рудольфович щедро передавал свои знания и богатый опыт студентам, прививал у будущих лесотехнологов любовь к лесной индустрии, творческий подход к решению инженерных задач. За долгую педагогическую деятельность он выполнял на кафедре все виды учебной нагрузки, читал профильные дисциплины: «Механизация лесоразработок», «Технология и машины лесосечных и лесовосстановительных работ», «Механизация и автоматизация работ на лесных складах». В последние годы разработал программу новой дисциплины «Технология и организация работ на лесных складах», подготовил методические пособия. Конспект лекций по этому курсу, опубликованный в Ленинградской лесотехнической академии в 1979 г., востребован и сегодня. Поддерживал тесную связь с производством, в течение многих лет был членом технических советов трестов и комбинатов

Северо-Западного совнархоза и объединения «Архангельсклеспром», ученого совета СевНИИП.

Александра Рудольфовича отличали глубокие знания, эрудиция, интеллигентность и человеческие качества. За преданность науке и учебной работе оннискал заслуженный авторитет у студентов, уважение коллег и работников лесной промышленности.

В годы Великой Отечественной войны, находясь на брони, он состоял в рядах народного ополчения, был начальником квартала МПВО. В 1942 г. по решению Областного Комитета Оборона возглавлял проектную группу, которая занималась реконструкцией системы топливоснабжения архангельской электростанции.

За большой вклад в развитие лесной науки и подготовку высококвалифицированных инженерных кадров в 1976 г. А.Р. Гибшману было присвоено ученое звание профессора. Он награжден орденом «Знак Почета», медалями, знаком «За сбережение и приумножение лесных богатств РСФСР», многими почетными грамотами, занесен в Книгу почета АЛТИ – АГТУ.

Архангельский государственный
технический университет

V.A. Smetanin

Professor A.R. Gibshman – Scientist and Teacher

УДК 630*902

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ КАЗИМИРОВ

15 декабря 2004 г. исполнилось бы 80 лет известному ученому-лесоводу, член-корреспонденту ВАСХНИЛ, доктору сельскохозяйственных наук, заслуженному деятелю науки Республики Карелия, сотруднику Института леса Карельского НЦ РАН Николаю Ивановичу Казиминову.

Н.И. Казимиров родился в семье крестьянина Нижегородской области. Переступив порог школы, сразу стал солдатом Великой Отечественной. Воевал на Западном и 1-м Украинском фронтах, прошел Курскую дугу, Германию и Чехословакию. В 1947 г. вернулся к мирной жизни и стал учиться в Ленинградской лесотехнической академии. С 1952 г. по 1954 г. прошел хорошую школу начинающего исследователя, работая таксатором в Ленинградском тресте ВО «Леспроект». В 1954 г. переехал в Петрозаводск и начал карьеру ученого в Институте леса Карельского НЦ РАН. Его жизнь была связана с исследованием таежных лесов, разработкой системы их эксплуатации, восстановления и выращивания. Круг интересов – проблемы лесоведения, лесоводства, лесной биогеоценологии, обмен веществ в лесных экосистемах, минеральное и водное питание основных лесообразующих пород. В 1978–1989 гг. Н.И. Казимиров организовал несколько экспедиций по меридиану от Мурманской до Херсонской областей, изучая влияние естественно-географических условий на формирование лесов. Им были разработаны оригинальные методы исследований и математического моделирования развития древостоев сосны и ели в зависимости от географических особенностей среды обитания. Одним из первых в Советском Союзе он предложил комплексное исследование лесных экосистем, в котором наряду с лесоведами участвовали почвоведы, физиологи, биофизики.

Глубокие разносторонние знания и капитальные научные труды сделали его имя известным в нашей стране и за ее пределами. При всей занятости (заведование лабораторией, работа в трех специализированных советах по защите докторских и кандидатских диссертаций, в бюро Отделения лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ, участие во всесоюзных и международных проектах) Николай Иванович никогда и никому не отказывал в помощи.

Перу Н.И. Казимирова принадлежит 125 научных работ. Основные результаты исследований отражены в монографиях «Ельники Карелии» (1971), «Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии» (1973), «Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера» (1977), «Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги» (1978), «Экологическая продуктивность сосновых лесов (математическая модель)» (1995).

Н.И. Казимиров внес большой вклад в развитие лесного хозяйства таежной зоны. Под его руководством и при прямом участии разработан целый ряд практических рекомендаций, пособий, методик для работников проектных и производственных организаций лесохозяйственного профиля. Они полезны также преподавателям и научным работникам в области лесоведения, лесной таксации, лесоустройства, экономики и организации лесного хозяйства. Последний его научный отчет «Методологические принципы составления кадастра лесных земель по плодородию» значительно опережал время.

Последние 20 лет своей научной деятельности Николай Иванович посвятил проблемам количественной экологии лесов. Глубоко убежденный в необходимости перехода лесной науки на качественно новый уровень, он постоянно пропагандировал использование математических методов в познании лесных биогеоценозов, был многократным участником ВДНХ. Под его руководством защитили кандидатские диссертации 5 аспирантов, специализировавшихся в различных направлениях лесной науки.

До последнего дня Николай Иванович оставался верен себе. Незадолго до смерти он закончил и сдал в печать монографию «Экологическая продуктивность сосновых лесов», которая стала итогом его двадцатилетних исследований таежных лесов. Из жизни он ушел 28 августа 1995 г.

Высокая требовательность к себе, скромность, трудолюбие, постоянный поиск нового, беззаветное служение науке, – таким Николай Иванович Казимиров навсегда останется в памяти тех, кто его знал.

Коллектив Института леса Карельского НЦ РАН

Staff of Forest Research Institute, Karelian Research Centre of RAS
Nikolaj I. Kazimirov

УДК 630*902.1

МИХАИЛ САВЕЛЬЕВИЧ МОВНИН
(к 100-летию со дня рождения)

Михаил Савельевич Мовнин родился 23 декабря 1905 г. в г. Пропойск (ныне г. Славгород) Могилевской области Республики Беларусь в семье совладельца кустарного канатно-веревочного производства. После учебы в гимназии и школе-коммуне в 1927 г. окончил Ленинградскую лесотехническую академию. Трудовую деятельность он начал с должности технорука, заместителя директора лесопильного завода и заведующего учебной частью школы ФЗУ. Отслужив в армии, М.С. Мовнин работал преподавателем в школе младших специалистов Красной армии и Брасовском лесотехникуме.

С 1932 г. по 1936 г. – доцент и заведующий кафедрой Московского лесотехнического института, по совместительству – заведующий методическим бюро Наркомлеса СССР и ученый секретарь Государственной квалификационной комиссии Наркомлеса СССР (ныне Высшая аттестационная комиссия); с 1936 г. по 1978 г. профессор и заведующий кафедрой теории механизмов и машин Ленинградской лесотехнической академии. По состоянию здоровья с 1978 г. до 1983 г. работал сначала профессором, а затем профессором-консультантом ЛТА.

Будучи крупным специалистом-механиком, неутомимым исследователем, талантливым организатором и педагогом, Михаил Савельевич внес неоценимый вклад в науку, подготовку научных и практических работников для лесного комплекса. Им написано более 270 научных работ, в том числе 52 учебника для высших и средних специальных учебных заведений на русском, английском, латышском и литовском языках, 5 монографий, 110 научных статей; получено 47 авторских свидетельств, многие из которых внедрены в производство. В этих работах решаются немаловажные вопросы теории и практики, которые являются определяющими при создании машин и технологий лесной и деревообрабатывающей промышленности. Учебники и монографии и по сей день служат настольной книгой для студентов, научных работников и практиков.

Михаил Савельевич много сил отдавал педагогической и учебно-методической деятельности, продолжавшейся ровно 50 лет. Он автор многих учебников и учебных пособий, методических руководств по курсам теоретической механики, деталей машин, теории механизмов и машин, технической механики. Им создан курс технической механики, который и в настоящее время входит в учебную программу для подготовки специалистов лесотехнического профиля. Мовнин был прекрасным лектором. Свои лекции он читал артистически на высоком теоретическом и методическом уровне, за что его любили и уважали студенты. М.С. Мовнин обладал огромной научной эрудицией, интуицией и организаторскими способностями, щедро делился научными идеями со своими учениками, результатом которых явились решения в области уплотнения древесины и конструкций деревообрабатывающих станков.

Умер Михаил Савельевич 22 апреля 1991 г.

Светлая память о М.С. Мовнине навсегда останется в сердцах всех, кто знал его как человека, готового помочь в трудную минуту каждому, кто в этом нуждался.

Кафедра теории механизмов,
деталей машин и подъемно-транспортных
устройств СПб ГЛТА

*Department of Theory of Mechanisms, Machinery and Handling Devices
Saint-Petersburg State Forest Technical Academy*

Mikhail S. Movnin (to 100th birthday)



КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 061.3:630*81

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ СИМПОЗИУМЫ (ФОРУМЫ)
ПО ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЮ**

Недавно состоялись два крупных древесиноведческих форума: с 13 по 16 октября 2004 г. – IV Международный симпозиум Регионального координационного совета по древесиноведению (РКСД) «Строение, свойства и качество древесины–2004» (С.-Петербург), неделю спустя – Международный симпозиум ИАВ/ИАВА в Монпелье (Франция). Таким образом, ученые смогли принять участие в обоих симпозиумах, представив различные аспекты своих исследований.

Симпозиум РКСД проходил в стенах старейшего вуза – С.-Петербургской государственной лесотехнической академии (СПбГЛТА). Среди организаторов, помимо СПбГЛТА, были также Ботанический институт (БИН) им. В.Л. Комарова РАН и Московский государственный университет леса (МГУЛ).

С учетом традиционных научных направлений в области древесиноведения и возможности привлечения к научным проблемам деловых кругов, участвующих в лесопромышленных форумах, обычная для наших форумов тематика была несколько расширена. Это обстоятельство, а также возросший авторитет РКСД, позволили собрать наибольшее по сравнению с предыдущими симпозиумами число участников. На симпозиуме было представлено более 220 докладов из 25 стран: Белоруссии, Болгарии, Бразилии, Венгрии, Германии, Грузии, Киргизии, Китая, Ирана, Кореи, Латвии, Норвегии, Польши, Португалии, России, Словакии, США, Украины, Финляндии, Франции, Чехии, Швейцарии, Швеции, Эстонии, Японии. Среди присутствовавших 150 человек были представители практически всех вузов лесного профиля, а также ученые академических институтов России и зарубежных стран.

На пленарном заседании симпозиума с приветствиями выступили ректор СПбГЛТА проф. В.И. Онегин и директор БИН РАН проф. В.Т. Ярмишко.

В отчетном докладе председателя РКСД проф. Б.Н. Уголева (Москва) была освещена деятельность Совета за 2000–2004 гг. Были отмечены годовые сессии РКСД, две из которых проходили в вузах (Брянск, 2002; Кострома, 2003). Указана возрастающая роль Реестра экспертов РКСД, численность которого в 2004 г. составила 116 человек. Все члены Реестра получили приглашение, многие из них приняли участие в лесопромышленном форуме. В докладе было подчеркнуто укрепление связей РКСД с образовательным процессом в вузах. Важной акцией явилось принятое в этом году решение о включении РКСД в структуру Учебно-методического объединения по образованию в области лесного дела.

Выступление проф. В.А. Соловьева (С.-Петербург) было посвящено памяти недавно скончавшегося профессора СПбГЛТА и многолетнего члена РКСД О.И. Полубояринова и его вкладу в биологическое древесиноведение.

Академик Международной академии наук (ИАВС) Д. Лашеналь (Франция) сообщил об исследованиях в области химии древесины, проводимых во Французском институте бумаги и полиграфии.

Работа симпозиума проходила в четырех секциях. В первой секции, которой руководила проф. Е.С. Чавчавадзе (БИН РАН), были представлены доклады по анатомии, физиологии и дендрохронологии. Во второй (самой крупной) секции были организованы две подсекции. Одной из них, в которой были сосредоточены доклады, относящиеся к химическим свойствам древесины, руководил акад. ИАВС И.П. Дейнеко (СПбГЛТА). Другая подсекция, в которой были доклады, посвященные физическим и механическим аспектам древесиноведения, проводила общие заседания с четвертой секцией (руководитель – проф. А.Н. Чубинский, СПбГЛТА) по качеству древесины, древесных материалов, изделий и конструкций. В третьей секции (проф. В.А. Соловьев, СПбГЛТА) были представлены доклады по биоповреждениям и защите древесины.

На заключительном пленарном заседании был рассмотрен «Перечень перспективных направлений исследований в области древесиноведения и сопредельных дисциплин», принятый на II и уточненный на III симпозиуме. После оживленной дискуссии были приняты необходимые поправки к перечню, отражающие современные научные тенденции. Полезным дополнением к симпозиуму явились экскурсии в ботанический музей и оранжерею БИН РАН.

Материалы симпозиума были изданы в двух томах общим объемом 74,5 печ. л. После его окончания состоялась очередная сессия РКСД, на которой были решены текущие вопросы и избраны новые члены.

Международный симпозиум во Франции был организован ИАВС совместно со старейшей Международной ассоциацией анатомов древесины (ИАВА) при поддержке ИЮФРО. Это позволило на базе Международного центра развития сельскохозяйственных исследований (ЦИРАД) собрать весьма широкий форум. В этом симпозиуме по древесиноведению приняли участие около 200 ученых из 35 стран.

На пленарном заседании с приветствиями к участникам симпозиума обратились президенты ИАВС Д. Барнет (Англия) и ИАВА П. Баас (Голландия), руководители администрации региона и ЦИРАД. Презентацию лесного отдела ЦИРАД провел акад. ИАВС Х. Салес.

Акад. ИАВС, проф. университета в Бордо (Франция) Д. Гитар выступил с академической лекцией на тему «Механика древесины – от дерева до лесоматериалов и древесной продукции». Такие лекции поручается читать в разных частях мира выдающимся ученым в знак признания их заслуг в определенной области древесиноведения.

На 21 параллельном заседании симпозиума было заслушано более 90 устных и выставлено 85 стендовых докладов по следующей тематике: формирование древесины и ее ультраструктура, систематическая и экологическая анатомия древесины, физиология ксилемы, палеоботаника, археология, дендрохронология, биомеханика, лесная продукция. В российскую делегацию входило 5 человек: 3 сотрудника БИНа и 2 – МГУЛа. Был представлен также доклад проф. В.П. Корпачева с сотрудниками из Сибирского технологического университета.

В докладе проф. Б.Н. Уголева и проф. В.Г. Санаева «Развитие древесиноведения и древесиноведческая подготовка в вузах России» была прослежена история формирования древесиноведения как научной и учебной дисциплины, указаны главные этапы развития древесиноведения и вклад наиболее крупных ученых; освещена деятельность РКСД и дан анализ содержания IV симпозиума, отражающего современное состояние науки в этой области. Более детально рассмотрен вопрос о деформационных превращениях в древесине; указаны особенности преподавания древесиноведения и его роль в общей системе лесотехнического образования Рос-

сии; отмечена общность задач древесиноведческой подготовки в вузах разных стран; подчеркнута роль взаимного сотрудничества, особенно, в связи с Болонским процессом.

Состоялись интересные встречи с известными учеными академиками ИАВС Д. Гитаром, П. Пере, К. Деглизом и плодотворные обсуждения проблем деформационных превращений древесины в связи с ее сушкой и другими технологическими процессами, а также современных подходов к оценке состояния поверхности древесины при отделке.

В рамках симпозиума проходило рабочее собрание ИАВС, в котором принимали участие автор этих строк и представитель МГУЛ, как коллективного члена ИАВС, проф. В.Г. Санаев. Были утверждены новые члены правления, намечено место проведения пленарного собрания в 2005 г. (Сантьяго, Чили) и решены другие вопросы.

Надо надеяться, что активность в области древесиноведения, отмеченная в последнее время, послужит стимулом к укреплению и развитию этой области знаний, столь важной для нашей лесной державы.

Б.Н. Уголев

Региональный координационный совет
по современным проблемам древесиноведения,
Московский государственный университет леса

B.N. Ugolev

International Symposia (Forums) in Wood Science.

УДК 061.3:630*81

ОЧЕРЕДНАЯ СЕССИЯ РКСД В МОСКВЕ

С 3 по 5 октября 2005 г. в Московском государственном университете леса (МГУЛ) состоялась очередная сессия Регионального координационного совета по современным проблемам лесоведения. В рамках сессии на базе Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) совместно с РосНТО строителей был проведен семинар на тему «Долговечность деревянных конструкций». В семинаре приняли участие представители вузов, академических институтов и производственных организаций из более чем 15 городов России.

Пленарное заседание проходило 3 октября в МГУЛ. С приветственным словом к участникам сессии обратился ректор проф. В.Г. Санаев. В отчетном докладе председателя РКСД проф. Б.Н. Уголева были отражены результаты деятельности совета за прошедший год, а также основные события в области лесоведения, произошедшие за рубежом. Докладчик кратко напомнил 37-летнюю историю и основные направления деятельности РКСД.

Наряду с координацией лесоведческих исследований значительное место в работе совета занимают вопросы развития лесоведения как учебной дисциплины. В прошлом году совет вошел в структуру УМО по образованию в области лесного дела. Этой актуальной проблематике был посвящен специальный симпозиум, состоявшийся в августе 2004 г. в Стара Лесна (Словакия) и собравший представителей крупнейших университетов Словакии, Венгрии, Чехии, Австрии, Финляндии, Канады и США. Симпозиум констатировал, что сведения о строении и свойствах древесины составляют фундамент учебных программ по лесоведению, которые должны быть увязаны с биологией дерева и лесохозяйственной практикой. Эти программы должны проходить аккредитацию профессиональными обществами лесоведов, органами образования государств (штатов), а также международную аккредитацию. Необходимы обновление и модификация программ в соответствии с запросами пользователей – производителей и дистрибьюторов лесных товаров.

Кроме того, была отмечена важная роль лесоведения в подготовке специалистов по производству новых материалов – гибридных композитов из древесины и полимеров. Особое внимание следует обратить на активизацию усилий по увеличению набора студентов и поиску наиболее целесообразной формы подготовки лесоведов. При стандартизации программ по лесоведению на международном уровне необходимо использовать единые учебные показатели, что стало особенно актуально в связи с Болонским процессом. На симпозиуме в Словакии было решено проводить такие конференции через каждые три года, расширив состав участников за счет представителей стран Африки, Азии, Австралии и Южной Америки. Следующий симпозиум намечено провести в Шопроне (Венгрия).

Позднее, в октябре 2004 г., в подготовленном нами совместно с В.Г. Санаевым докладе на конференции ИАВС и ИАВА по лесоведению во Франции было освещено состояние этой проблемы в условиях России. В докладе подчеркивалась ключевая роль лесоведения в учебных программах для подготовки инженеров - технологов деревообработки. Отмечалось, что междисциплинарный подход к изучению лесоведения наилучшим образом реализуется на базе многопрофильного лесного вуза.

В отчетном году наблюдался большой резонанс на прошедший в С.-Петербурге IV симпозиум РКСД «Строение, свойства и качество древесины – 2004». Опубликованы информационные сообщения в отечественных и зарубежных изданиях. Продолжают поступать запросы на труды симпозиума.

Успешно функционировал Реестр экспертов высшей квалификации по древесиноведению и прикладным дисциплинам, включающий более 100 членов.

С большим интересом участники пленарного заседания выслушали сообщение Н.В. Классена, заведующего лабораторией Института физики твердого тела РАН, о наноструктуре древесины и ее использовании при создании композитных материалов. Было показано, что в результате ультразвукового и термохимического воздействия увеличивается степень кристалличности органических веществ, составляющих древесину дуба.

С краткими сообщениями выступили: проф. Ю.А. Варфоломеев (Архангельск, АГТУ), доценты А.А. Титунин (Кострома, КГТУ) и А.Д. Платонов (Воронеж, ВГЛТА), канд. биол. наук В.А. Козлов (Петрозаводск, ИЛ КНЦ РАН). Были зачитаны присланные членами РКСД письменные сообщения о деятельности их организаций за год.

4 октября был проведен указанный выше семинар. С приветственным словом выступил вице-президент РААСН В.И. Трауш. Семинаром руководил проф. Л.М. Ковальчук (ЦНИИСК им. Кучеренко). В своем докладе Л.М. Ковальчук рассказал о способах профилактики повреждений деревянных конструкций и методах их укрепления на примере таких известных объектов Москвы, как здания Государственной Думы, Малого театра, Кремля и др.

В докладе автора этих строк были освещены вопросы, связанные с эффектом памяти древесины на силовые и температурно-влажностные воздействия. Вопросы исследования свойств древесины и квалифицированного ее использования становятся особенно актуальными в связи с вступлением России в Технический комитет «Текущая оценка состояния конструкционных лесоматериалов» Международного союза лабораторий и специалистов в области испытаний строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ).

В докладах и сообщениях участников семинара из других организаций были изложены следующие вопросы: долговечность древесных клееных конструкций и способов их армирования, защита от насекомых исторических памятников, физико-механические свойства композитов из шпона, ускоренные методы испытания на долговечность клеевых соединений, изменения химического состава древесины при длительной эксплуатации и др.

Проф. Л.М. Ковальчук, подводя итоги семинара, отметил важность и целесообразность подобных мероприятий, особенно, для молодых сотрудников, которым необходимо перенимать накопленный опыт использования древесины в области строительства.

На заключительном заседании были избраны новые члены РКСД: проф. Ю.А. Варфоломеев (АГТУ), доценты Х.А. Фахретдинов (МГУЛ) и И.И. Пищик (РГГУ); канд. техн. наук М.В. Кистерная (музей-заповедник «Кижи»).

Последний день работы сессии был отведен для профессиональной экскурсии в музей Останкино – знаменитый памятник деревянного зодчества. Не только несущие конструкции, но и убранство дворца выполнены преимущественно из древесины. Об истории создания, эксплуатации и реставрации этого памятника увлекательно рассказывал ведущий архитектор музея проф. Б.П. Гусев.

Таким образом, в работе сессии РКСД нашли отражение современные тенденции в древесиноведческой подготовке лесных специалистов, а также перспективные области эффективного использования древесины как конструкционного и поделочного материала.

Б.Н. Уголев,
Московский государственный университет леса

B.N. Ugolev
Next Session of RKSD in Moscow



КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*902 (049.3)

НЕОБХОДИМАЯ И ПОЛЕЗНАЯ КНИГА

В 2005 г. в Архангельске вышла в свет книга М.Д. Мерзленко и Н.А. Баби-ча «Выдающиеся лесоводы-лесокультурники России». Скромная по тиражу (200 экз.), но замечательная по замыслу, содержанию и изложению она выходит далеко за рамки учебно-научного издания. Безусловно, ею заинтересуются, с удовольствием прочтут даже раньше, чем студенты и аспиранты лесохозяйственных факультетов, все, кто связал свою судьбу с лесом, кому небезразлично его будущее, кто любит родную природу и является патриотом Отечества.

Книга открывается кратким повествованием о деятельности великого реформатора Петра I как первого лесовода России. Как много стоит созвездие блистательных имен 49 лесоводов, которые «своими всемирно известными научными трудами, учебниками, классическими лесными опытами, подготовкой кадров высшей квалификации, а также философским пониманием роли и значения искусственного лесовосстановления в государстве Российском обогатили и прославили лесоводственную науку Отечества».

В послесловии авторы ярко показывают становление лесного образования в России с начала XVIII в. до 1917 г. и его значимость, с болью говорят о вреде «арендной» формы управления лесами и правильно подчеркивают, что в прошлом «образцы хорошего ведения лесного хозяйства среди обширных частновладельческих земель были оазисами в пустыне, ... что непрошенные ангелы-хранители (частные владельцы лесов – *О.Н.*) действовали для лесов как могильщики, ... что не только работать в лесу, но и управлять лесным хозяйством страны должны специалисты-лесоводы». Поэтому как заключительный аккорд книги звучат злободневные и сегодня слова В.И. Ленина из особого предписания Наркома всем Советам рабочих, крестьянских и солдатских депутатов 5 апреля 1918 г.: «Лесных специалистов нельзя заменить другими без ущерба для леса и тем самым – для всего народа; лесное хозяйство требует специальных технических знаний».

Завершается книга словами замечательного певца «Русского леса» писателя Л. М. Леонова: «Лес в России – больше чем лес. Это судьба нашей страны». И конечно же нельзя допускать к управлению этой судьбой чиновников, не имеющих специального лесного образования.

Благоприятное впечатление оставляет посвящение книги Г.И. Редько – учителю авторов. Добротные цветные иллюстрации служат украшением книги..

Хочется пожелать авторам успехов в подготовке второго расширенного варианта книги с изданием ее массовым тиражом, чтобы лесная молодежь знала знаменитых предшественников и не прерывалась бы связь поколений в священной памяти истории.

О.А. Неволин
Архангельский государственный
технический университет

O.A. Nevolin
Necessary and Useful Book

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,
ПОМЕЩЕННЫХ В «ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ»
в 2005 г.

- Старжинский В.Н., Глухих В.В., Залесов С.В., Азаренок В.А., Лебедев А.Д., Игнатьев В.А.** Уральскому государственному лесотехническому университету – 75 лет. № 3-7.
- ПАМЯТИ АКАДЕМИКА
И.С. МЕЛЕХОВА
(к 100-летию со дня рождения)
- Денисов С.А., Калинин К.К., Пчелин В.И.** И.С. Мелехов и развитие лесоводственной школы Поволжья. 4-34.
- Залесов С.В., Луганский Н.А.** Роль И.С. Мелехова в обосновании и развитии лесной пирологии. 4-75.
- Матвеев С.М.** Динамика поздней древесины сосны обыкновенной в различных лесорастительных условиях. 4-70.
- Моисеев Н.А.** Наука и личность. 4-15.
- Обыденников В.И., Кожухов Н.И.** Естественноисторические аспекты типологии вырубок. 4-39.
- Редколлегия и редакция «Лесного журнала».** Иван Степанович Мелехов. 4-7.
- Санаев В.Г.** Иван Степанович Мелехов – выдающийся деятель лесного дела современной эпохи. 4-12.
- Степаненко И.И.** Повышение продуктивности сосновых насаждений в результате внесения минеральных удобрений. 4-61.
- Уголев Б.Н.** Иван Степанович Мелехов и древесиноведение. 4-20.
- Харин О.А., Кожухов Н.И., Обыденников В.И., Сергеева Е.П.** Научная школа академика РАСХН (ВАСХНИЛ) Ивана Степановича Мелехова. 4-26.
- Цветков В.Ф.** Памяти Ивана Степановича Мелехова. 4-22.
- Чибисов Г.А., Вялых Н.И.** Системы рубок главного пользования и лесовосстановления в таежной зоне европейской части России. 4-48.
- ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО
- Адмаев О.В., Гавриленко Т.В.** Применение метода конкордации для оценки изменений качественного состояния экологических систем. 1-2-33.
- Алентьев П.Н.** Проблемы повышения эффективности лесных культур на вырубках, зарастающих листовыми породами. № 6-36.
- Вараксин Г.С., Поляков В.И., Петрова М.А., Инюшкин С.В.** Особенности формирования и роста хвойных культур в южной подзоне тайги Средней Сибири. № 5-12.
- Гут Р.Т., Радченко М.В., Криницкий Г.Т.** Характерные особенности выделения суммарной ДНК из листьев и почек древесных растений при изучении генетического полиморфизма. № 5-25.
- Зюсько А.Я., Залесов С.В., Абрамова Л.П., Белов Л.А.** Влияние зимних концентраций копытных на лесовозобновление на территории Анненского заказника. № 3 -20.
- Корепанов Д.А., Корепанов С.А.** Заболоченные и болотные леса Волжско-Камского междуречья и перспективы их освоения. № 5-20.
- Косицын В.Н.** Побочное лесопользование в условиях устойчивого управления лесами. № 4-87.
- Луганский Н.А., Залесов С.В., Абрамова Л.П., Степанов А.С.** Естественно лесовозобновление в Джабык-Карагайском бору. № 3-13.
- Майоров Л.И.** Потенциальная эффективность машинного осветления в

- естественных елово-лиственных молодняках. № 5-35.
- Майоров Л.И.** Практическая значимость размещения корней сосны и ели в культурах. № 6-43.
- Матвеев С.М.** Цикличность прироста сосновых древостоев Центральной лесостепи в 11-летнем цикле солнечной активности. № 1-2-14.
- Неверова О.А., Поздняковский В.М.** Фитоиндикация загрязнения городской среды тяжелыми металлами (на примере г. Кемерово). № 4-92.
- Неволин О.А., Грицынин А.Н., Торхов С.В.** О распаде и гибели высоковозрастных ельников в Березниковском лесхозе Архангельской области. № 6-7.
- Петухов Н.В., Невидомов А.М.** Современный этап применения лесной типологии в лесоустройстве и его первоочередные задачи. № 3-42.
- Раевский Б.В., Мордась А.А.** Ход роста культур сосны скрученной в подзоне средней тайги. № 1-2-22.
- Романов Г.Е.** Роль недревесных лесных ресурсов в устойчивом управлении локальной территорией. № 5-31.
- Синькевич С.М.** Оценка эффективности сохранения подроста на сплошных вырубках. № 6-30.
- Скок А.В., Глазун И.Н., Самошкин Е.Н.** Влияние радиоактивного загрязнения сосны обыкновенной на жизнеспособность и аномалии пыльцы в Брянском округе зоны широколиственных лесов. № 5-7.
- Сродных Т.Б.** Состояние озеленения в городах на севере Западной Сибири. № 3-26.
- Усольцев В.А., Ненашев Н.С., Белюсов Е.В., Залесов С.В., Терин А.А., Терехов Г.Г., Терентьев В.В.** Сравнительный анализ надземной фитомассы культур сосны Урала и Западной Сибири. № 3-34.
- Царалунга В.В.** Трагедия российских дубрав. 6-23.
- Чураков Б.П., Евсеева Н.А.** Анализ видового состава и структуры микобиоты дубовых лесов Ульяновской области. № 1-2-7.
- Щепашенко Д.Г., Швиденко А.З., Лакида П.И.** База данных структуры фитомассы лесов России. № 4-80.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Азаренок В.А., Герц Э.Ф., Мехренцев А.В.** Природоохраняющие технологии в условиях интенсификации лесного комплекса. № 3-64.
- Антипин В.П., Власов Е.Н., Каршев Г.В., Щеголев К.С.** Влияние передаточного числа трансмиссии на энергозатраты трактора ЛХТ-100. № 1-2-38.
- Валяжонков В.Д., Мясичев Д.Г.** Особенности малой механизации лесозаготовок за рубежом. № 6-63.
- Герц Э.Ф., Безгина Ю.Н., Иванов В.В., Залесов А.С.** Система рубок на лесотипологической основе для уральского региона. № 3-59.
- Гладков Е.Г.** Модель территориальной динамики лесозаготовительного предприятия. № 1-2-46.
- Демидов Д.В.** Применение номограмм при расчетах числа ведущих землеройно-транспортных машин и длины захватки для строительства лесовозных дорог. № 3-72.
- Иванов Н.А., Мясников Е.А.** Оценка проходимости трехколесного вездехода по лесистой местности. № 5-45.
- Климушев Н.К.** Сезонная неравномерность лесозаготовительного производства. № 1-2-52.
- Коротяев Л.В.** Уточненная методика расчета объема пачки деревьев при трелевке. № 5-54.

- Коротяев Л.В.** К расчетам на прочность средств трелевки и вывозки. № 6-69.
- Кулагин Е.П., Исаев В.С.** Использование отходов лесохимических производств в качестве добавок в цементные смеси. № 5-42.
- Мартынов Б.Г., К.Е. Муравьев.** Определение технического состояния двигателей лесных машин по параметрам их вибрации. № 4-96.
- Митрофанов А.А.** О точности расчета инерционных характеристик плотов по разным методикам. № 6-48.
- Морозов С.И.** Решение задач на сжатие и удар двух упругопластичных тел. № 6-56.
- Нерадовский Д.Л.** Методика определения длины свай в полигонных условиях. № 4-100.
- Чижов А.А., Булдаков С.И.** Влияние геологических и гидрогеологических условий на ширину полосы отвода автомобильных лесовозных дорог. № 3-68.
- МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ**
- Алексеева Л.В, Чернега Р.Г.** Определение вместимости накопителей с учетом размеров сортиментов и их распределения по потокам. № 1-2-73.
- Варфоломеев Ю.А., Елфимова Н.А.** Влияние деревянного шпиля на напряженное состояние купола колокольни Соловецкого кремля. № 6-92.
- Ветошкин Ю.И., Чернышев О.Н., Ильичева А.Н.** Отделка древесины хвойных пород с повышенным содержанием смолы. № 3-106.
- Дедюхин В.Г., Бурындин В.Г., Мухин Н.М., Артемов А.В.** Получение изделий прессованием в закрытых пресс-формах из фенопластов без добавления связующих. № 3-90.
- Евельсон Л.И., Памфилов Е.А., Шевелева Е.В., Симин А.П.** Исследование подшипников скольжения. № 4-105.
- Иванкин И.И., Прокофьев Г.Ф., Коваленко О.Л.** Теоретические исследования усталостной прочности ленточных пил. № 1-2-60.
- Иванкин И.И.** Принципы создания гибких автоматизированных лесопильных линий. № 6-79.
- Исаев С.П.** Оценка технологической пригодности круглых лесоматериалов. № 1-2-55.
- Исаев С.П.** Аналитическое решение задачи базирования круглых лесоматериалов перед обработкой. № 6-74.
- Косиченко Н.Е., Снегирева С.Н.** Плотность древесины каштана посевного и ее связь с макроструктурой годичного слоя. № 5-74.
- Лобанов Н.В., Лобанова И.С., Малыгин В.И.** Расчет жесткости полосовых пил. № 5-59.
- Новоселов В.Г., Кузнецов А.И.** Исследование модернизированного планетарного механизма резания. № 3-84.
- Прокофьев Г.Ф., Иванкин И.И., Банников А.А.** Совершенствование ленточнопильных станков при использовании аэростатических опор. № 5-79.
- Рымашевский В.Л., Турушев В.Г., Копейкин А.М.** Влияние размерно-качественного состава пиловочного сырья на эффективность экспорта пиломатериалов. № 4-112.
- Серов Е.Н., Орлович Р.Б., Ланге М.** Современные тенденции использования древесных материалов в зарубежном строительстве. № 1-2-65.
- Сулинов В.И., Гороховский А.К.** Новая конструкция сборных фрез. № 3-94.
- Уласовец В.Г.** Раскрой сегмента на обрезные пиломатериалы. № 3-78.

Уласовец В.Г. Сравнение объемов необрезных досок при различных способах распиловки бревен. № 5-69.

Фролова Т.И. Эффективность защиты древесины антисептиками УЛТАН, Селькур С и Оутокумпу. № 3-102.

Шамаев В.А. Проблемы изготовления модифицированной древесины. № 6-88.

Яцун И.В., Ветошкин Ю.И. Расчет минимальной толщины защитно-клеевой прослойки в слоистом материале на основе древесины. № 3-97.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Агеев М.А., Свиридов В.В., Медяник Н.Л. Исследование взаимодействия частичек типографической краски с воздухом при флотационном облагораживании. № 4-124.

Белоглазов В.И., Комаров В.И., Гурьев А.В. Анизотропия деформационных и прочностных свойств крафт-лайнера. № 5-112.

Вураско А.В., Дрикер Б.Н., Головкин М.А. Влияние редуцирующих свойств антрахинона на процессы каталитической делигнификации древесины. № 3-118.

Глазков С.С., Снычева Е.В., Мурзин В.С. Олифа для деревообработки на основе кубовых остатков нефтехимии. № 5-102.

Глазков С.С., Снычева Е.В., Мурзин В.С. Стабилизация показателей карбамидоформальдегидных смол спиртами. № 6-100.

Дубовый В.К., Казаков Я.В. Деформационные свойства бумагоподобных материалов на основе минеральных волокон различного происхождения. № 6-110.

Дубовый В.К., Чижов Г.И., Хованский В.В. Изучение механизма возникновения свойства влагопрочности в бумаге из минеральных волокон. № 1-2-100.

Дубовый В.К., Чижов Г.И. Силы связи в бумаге из растительных и минеральных волокон. № 4-116.

Дулькин Д.А., Южанинова Л.А., Миронова В.Г., Спиридонов В.А. Научные основы переработки макулатуры. № 1-2-104.

Иогансон О.В., Ермаков С.Г., Хакимова Ф.Х. К вопросу повышения эффективности использования отходов окорки древесины. № 5-94.

Кочева Л.С., Броварова О.В., Секушин Н.А., Карманов А.П., Кузьмин Д.В. Структурно-химическая характеристика недревесных видов целлюлозы. № 5-86.

Кутюга Л.В., Еременко В.В., Алашкевич Ю.Д., Руденко А.П., Решетова Н.С. Комплексный параметр как показатель качества обработки волокнистых материалов. № 4-135.

Лобова И.В., Новожилов Е.В., Петровичев В.А., Мягких И.В. Влияние продолжительности ферментной обработки ксиланазами на белимость сульфатной целлюлозы. № 1-2-79.

Покровская Е.Н., Котенева И.В. Изучение кинетики силилирования целлюлозы и древесины. № 6-105.

Севастьянова Ю.В., Миловидова Л.А., Комарова Г.В., Королева Т.А. Влияние сульфидности белого щелока на выход и свойства лиственной сульфатной целлюлозы. № 5-107.

Суслов В.А. Определение коэффициента накипеобразования на выпарных батареях целлюлозно-бумажных комбинатов. № 1-2-86.

Юрьев Ю.Л., Солдатов А.В. Термохимическая переработка древесины в условиях лесопромышленного предприятия. № 3-113.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА

Бутко Г.П., Малютина Л.В. Инвестиционные процессы в регионе. № 3-132.

Варфоломеев Ю.А., Давитиашвили А.Ш., Пьянков И.В. Анализ деятельности лесозаготовительного предприятия в зоне усыхания лесов Архангельской области. № 6-128.

Денеко Е.И. Государственный финансовый контроль и развитие аудита эффективности использования бюджетных средств в лесном хозяйстве. № 3-128.

Каргополов М.Д., Мякшин В.Н. Использование метода структурных сдвигов для оценки сбалансированности и эффективности ЛПК. № 6-119.

Кравцова М.А., Чупров Н.П. Динамика потребления древесины и лесопользования в Архангельской области. № 1-2-123.

Кузминых Ю.В., Алиг Р.Д., Кранкина О.Н., Йост А.С. Социально-экономический аспект потенциального стока углерода в лесные экосистемы. № 1-2-130.

Пашков В.К. Расчет штатов и оборудования инструментальных цехов. № 3-125.

Саковец В.И., Романов Г.Е. Вопросы устойчивого ведения лесного хозяйства в Карелии. № 5-118.

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Бойченко И.А., Сарайкин В.Г. Интегрированная модель политик безопасности в СУБД. № 5-132.

Гурьев А.Т., Деменков М.Е. Модели и методы интеграции процессов жизненного цикла изделий лесного машиностроения. № 1-2-136.

Гурьев А.Т. Формализация процессов ремонта и эксплуатации изделий машиностроения. № 5-139.

Майоров И.С., Чухчин Д.Г., Соколов О.М. Автоматизированный метод микробиологического контроля дрожжевого производства. № 4-140.

Майоров И.С., Чухчин Д.Г., Соколов О.М. Метод контроля состава активного ила на предприятиях ЦБП. № 4-144.

Мартынов Б.Г. Влияние характера изменения контролируемых параметров на выбор стратегии эффективной эксплуатации индивидуальной машины. № 5-123.

Павлов В.В., Гурьев А.Т., Блок А.А. Методика разработки распределенных моделей параллельных технологических процессов. № 1-2-147.

Худяков М.П. Анализ эффективности способов представления информационных структур в задачах управления технологическими процессами и системами. № 5-127.

МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

Соколов О.М., Буторина Т.С., Комарова Г.В., Ширшов Е.В. Региональный аспект модернизации высшего образования в условиях Болонского процесса. № 1-2-156.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Дубовый В.К., Казаков Я.В. Использование сульфата алюминия для повышения деформационных характеристик бумагоподобных материалов из минеральных волокон. № 1-2-188.

Дулькин Д.А., Южанинова Л.А., Миронова В.Г., Блинушова О.И. Интенсификация процессов разволокнения макулатуры и последующего размола полученной массы. № 1-2-172.

Евельсон Л.И., Памфилов Е.А., Симин А.П., Шевелева Е.В. Проектирование древесно-металлических подшипников скольжения. № 1-2-182.

Комаров В.И., Белоглазов В.И. Взаимосвязь критической длины волокна в структуре и анизотропии свойств крафт-лайнера. № 6-133.

Мартынов Б.Г. Диагностические средства для определения технического состояния лесозаготовительных машин при ремонте. № 1-2-177.

Сергеев В.В., Тракало Ю.И., Воронцов Е.В., Кузнецова О.В., Савина В.В. Моделирование процесса теплообмена. № 3-139.

Суслов В.А. Результаты промышленных исследований режимов работы выпарных станций ЦБП и их сопоставление по эффективности выпаривания. № 1-2-168.

ИСТОРИЯ НАУКИ

Бобров Р.В. Специалисты, которых заменить нельзя. № 1-2-200.

Кафедра теории механизмов, деталей и машин и подъемно-транспортных устройств СПб ГЛТА. Михаил Савельевич Мовнин (к 100-летию со дня рождения). № 6-139.

Коллектив Института леса Карельского НЦ РАН. Николай Иванович Казимиров. № 6-138.

Прохоров Л.Н., Неведрова Л.И. История становления и развития механизации лесного хозяйства (к 70-летию ВНИИЛМа). № 1-2-194.

Редько Г.И. Лесинскому учебно-опытному лесхозу 200 лет. № 5-148.

Сметанин В.А. Профессор А.Р. Гибшман – ученый и педагог. № 6-136.

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Уголев Б.Н. Международные симпозиумы (форумы) по древесиноведению. № 6-141.

Уголев Б.Н. Очередная сессия РКСД в Москве. № 6-143.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Конюшатов О.А., Корчагов С.А. Новая книга о фитомассе лесов. № 4-147.

Копейкин А.М. Качество древесины сосны в культурах. № 1-2-206.

Мерзленко М.Д. Новая книга о проблемах лесного дела. № 1-2-203.

Неволин О.А. Необходимая и полезная книга. № 6-146.

Соловьев В.А. Интересная книга. № 5-152.

Трубин Д.В. Путеводитель в новый лес. № 1-2-204.

ЮБИЛЕИ

Ректорат и коллектив лесохозяйственного факультета Архангельского государственного технического университета, редколлегия и редакция «Лесного журнала». Юбилей Ивана Ивановича Гусева. № 1-2-208.

Ректорат и коллектив С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Юбилей М.Я. Зарубина. № 5-154.

Санаев В.Г., Семенов Ю.П. Борис Наумович Уголев (к 80-летию со дня рождения). № 4-149.

Федоров Е.А. Слово о друге. № 5-153.

ИННОВАЦИОННЫЕ

ТЕХНОЛОГИИ

Варфоломеев Ю.А. Использование еловой древесины с биологическими поражениями. № 4-151.