

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

**МАТЕРИАЛЫ, ПОСВЯЩЕННЫЕ 75 ЛЕТИЮ
УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**MATERIALS DEVOTED TO 75TH ANNIVERSARY
OF URAL STATE FOREST ENGINEERING UNIVERSITY**

3

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. Ощепков**, проф. **А.В. Питухин**, проф. **В.К. Попов**, 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» № 3

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

Сдан в набор 30.03.2005. Подписан в печать 29.04.2005.
Форм. бум. 70×108 1/16. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 13,09. Усл. кр.-отт. 13,09.
Уч.-изд. л. 16,37. 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

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



СОДЕРЖАНИЕ

<i>В.Н. Старжинский, В.В. Глухих, С.В. Залесов, В.А. Азаренок, А.Д. Лебедев, В.А. Игнатьев.</i> Уральскому государственному лесотехническому университету – 75 лет	7
ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО	
<i>Н.А. Луганский, С.В. Залесов, Л.П. Абрамова, А.С. Степанов.</i> Естественное лесовозобновление в Джабык-Карагайском бору	13
<i>А.Я. Зюсько, С.В. Залесов, Л.П. Абрамова, Л.А. Белов.</i> Влияние зимних концентраций копытных на лесовозобновление на территории Анненского заказника	20
<i>Т.Б. Сродных.</i> Состояние озеленения в городах на севере Западной Сибири ...	26
<i>В.А. Усольцев, Н.С. Ненашев, Е.В. Белоусов, С.В. Залесов, А.А. Терин, Г.Г. Терехов, В.В. Терентьев.</i> Сравнительный анализ надземной фитомассы культур сосны Урала и Западной Сибири	34
<i>Н.В. Петухов, А.М. Невидомов.</i> Современный этап применения лесной типологии в лесоустройстве и его первоочередные задачи	42
ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ	
<i>Э.Ф. Герц, Ю.Н. Безгина, В.В. Иванов, А.С. Залесов.</i> Система рубок на лесотипологической основе для уральского региона	59
<i>В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, А.В. Мехренцев.</i> Природооащадящие технологии в условиях интенсификации лесного комплекса	64
<i>А.А. Чижов, С.И. Булдаков.</i> Влияние геологических и гидрогеологических условий на ширину полосы отвода автомобильных лесовозных дорог ...	68
<i>Д.В. Демидов.</i> Применение номограмм при расчетах числа ведущих землеройно-транспортных машин и длины захватки для строительства лесовозных дорог	72
МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ	
<i>В.Г. Уласовец.</i> Раскрой сегмента на обрезные пиломатериалы	78
<i>В.Г. Новоселов, А.И. Кузнецов.</i> Исследование модернизированного планетарного механизма резания	84
<i>В.Г. Дедюхин, В.Г. Буриндин, Н.М. Мухин, А.В. Артемов.</i> Получение изделий прессованием в закрытых пресс-формах из фенопластов без добавления связующих	90
<i>В.И. Сулинов, А.К. Гороховский.</i> Новая конструкция сборных фрез	94
<i>И.В. Яцун, Ю.И. Ветошкин.</i> Расчет минимальной толщины защитно-клеевой прослойки в слоистом материале на основе древесины	97
<i>Т.И. Фролова.</i> Эффективность защиты древесины антисептиками УЛТАН, Селькур С и Оутокумпу	102
<i>Ю.И. Ветошкин, О.Н. Чернышев, А.Н. Ильичева.</i> Отделка древесины хвойных пород с повышенным содержанием смолы	106

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Ю.Л. Юрьев, А.В. Солдатов.* Термохимическая переработка древесины в условиях лесопромышленного предприятия 113
- А.В. Вураско, Б.Н. Дрикер, М.А. Головкин.* Влияние редуцирующих свойств антрахинона на процессы каталитической делигнификации древесины .. 118

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- В.К. Пашков.* Расчет штатов и оборудования инструментальных цехов 125
- Е.И. Денко.* Государственный финансовый контроль и развитие аудита эффективности использования бюджетных средств в лесном хозяйстве 128
- Г.П. Бутко, Л.В. Малютина.* Инвестиционные процессы в регионе 132

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- В.В. Сергеев, Ю.И. Тракало, Е.В. Воронцов, О.В. Кузнецова, В.В. Савина.* Моделирование процесса теплообмена 139



CONTENTS

<i>V.N. Starzhinsky, V.V. Glukhikh, S.V. Zalesov, V.A. Azarenok, A.D. Lebedev, V.A. Ignatjev.</i> Ural State Forest Engineering University is 75 Years Old	7
FORESTRY	
<i>N.A. Lugansky, S.V. Zalesov, L.P. Abramova, A.S. Stepanov.</i> Natural Reforestation in Dzhabyk-Karagajsk Forest	13
<i>A.Ya. Zyusko, S. V. Zalesov, L. P. Abramova, L. A. Belov.</i> Influence of Winter Concentrations of Ungulates on Reforestation on Annensk Reserve Territory	20
<i>T.B. Srodnykh.</i> State of Settlement Gardening in Towns in the North of Western Siberia.....	26
<i>V.A. Usoltsev, N.S. Nenashev, E.V. Belousov, S.V. Zalesov, A.A. Terin, G.G. Terekhov, V.V. Terentjev.</i> Comparative Analysis of Top Phytomass of Pine Cultures in the Urals and Western Siberia	34
<i>N.V. Petukhov, A.M. Nevidomov.</i> Modern Stage of Using Forest Typology in Forest Organization and its Primary Tasks	42
WOODEXPLOITATION	
<i>E.F. Gerts, Yu.N. Bezgina, V.V. Ivanov, A.S. Zalesov.</i> System of Cuttings for Ural Region on Forest-typological Basis	59
<i>V.A. Azarenok, E. F. Gerts, A. V. Mekhrentsev.</i> Environmental-friendly Technologies in Conditions of Forest Complex Intensification	64
<i>A.A. Chizhov, S. I. Buldakov.</i> Influence of Geological and Hydrogeological Conditions on Right-of-way Width of Wood Track	68
<i>D.V. Demidov.</i> Use of Nomograms in Calculation of Number of Leading Digging-and-transporting Machines and Grip Length for Wood Track Construction	72
MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE	
<i>V.G. Ulasovets.</i> Segment Cutting into Edged Lumber	78
<i>V.G. Novoselov, A.I. Kuznetsov.</i> Investigation of Modernized Planetary Cutting Mechanism	84
<i>V.G. Dedyukhin, V.G. Buryndin, N.M. Mukhin, A.V. Artyomov.</i> Producing Items out of Phenoplasts by Pressing in Closed Press Molds without Adding Binding Agents	90
<i>V.I. Sulinov, A.K. Gorohovsky.</i> New Design of Modular Milling Cutters.....	94
<i>I.V. Yatsun, Yu.I. Vetoshkin.</i> Calculation of Minimal Thickness of Protective-glue Layer in Wood-based Laminated Material of Special Purpose.....	97
<i>T.I. Frolova.</i> Wood Preserving Efficiency by Antiseptics ULTAN, Selkur C and Outokumpu	102
<i>Yu.I. Vetoshkin, O.N. Chernyshev, A.N. Iljicheva.</i> Decorating Wood Coniferous Species with Excessive Resin Content	106

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

- Yu.A. Yurjev, A.V. Soldatov.* Thermochemical Woodworking in Forest-industrial Enterprises 113
- A.V. Vurasko, B.N. Driker, M.A. Golovkin.* Influence of Reducing Properties of Athraquinone on Catalytic Delignification Processes 118

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- V.K. Pashkov.* Staff and Equipment Calculation for Tool Shops 125
- E.I. Deneko.* State Financial Control and Audit Development in Efficiency of Using Budgetary Funds in Forestry 128
- G.P. Butko, L.V. Malyutina.* Investment Processes in the Region 132

SUMMARIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

- V.V. Sergeev, Yu. I. Trakalo, E. V. Vorontsov, O. V. Kuznetsova, V. V. Savina.* Simulation of Heat Transfer Process 139
-

УДК 378



В.Н. Старжинский
ректор



В.В. Глухих
первый проректор



С.В. Залесов
проректор
по научной работе



В.А. Азаренок
проректор
по учебной работе



А.Д. Лебедев
проректор
по социальной
и воспитательной работе



В.А. Игнатьев
проректор
по административно-
хозяйственной работе

УРАЛЬСКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОМУ УНИВЕРСИТЕТУ – 75 ЛЕТ

Уральский государственный лесотехнический университет (УГЛТУ) в настоящее время является единственным на территории Уральского федерального округа (УрФО) высшим учебным заведением лесного профиля. Детище индустриализации, он, как и многие другие вузы Урала, был создан в связи с возросшими потребностями народного хозяйства в лесных ресурсах.

Лес – это особый мир нашей планеты, фабрика кислорода, хранитель влаги для полей и лугов, источник ценнейших видов промышленного сырья. Простирающиеся на тысячи километров с севера на юг и с запада на восток леса УрФО интенсивно эксплуатируются около трех столетий. Большинство современных насаждений пройдено двумя-тремя оборотами рубки, однако характеризуются достаточно высокими (с учетом природно-климатических условий региона) показателями производительности. Не случайно лесозаготовительная и лесоперерабатывающая отрасли занимают важное место в структуре современной промышленности округа.

Долгие годы специалистов лесного профиля готовили за пределами УрФО. Только накануне первой мировой войны в учрежденном Горном институте было запланировано открытие лесного отделения, где осенью 1917 г. начали обучение пять студентов.

Существовавшая в те годы система подготовки кадров не обеспечивала потребностей народного хозяйства. На Урале, например, только 6 % всех действовавших лесозаводов возглавляли дипломированные специалисты, остальными руководили практики, имевшие порой только начальное образование.

Важным шагом на пути решения возникшей проблемы стал приказ ВСНХ СССР от 5 мая 1930 г. об образовании в г. Свердловске самостоятельного лесотехнического института. Его становление проходило в сложных условиях. Однако с момента образования его коллектив стремился к совершенствованию учебного и научного процесса, воспитательной работы и укреплению материально-технической базы.

В 1978 г. за успехи в подготовке высококвалифицированных специалистов и развитие научных исследований институту присвоено имя Ленинского комсомола, а в 1980 г. он награжден орденом Трудового Красного Знамени. Приказом № 298 Государственного комитета РФ по высшему образованию от 28.10.1993 г. Уральский государственный лесотехнический институт преобразован в Уральскую государственную лесотехническую академию.

Становление и 70-летний период работы нашего учебного заведения достаточно полно изложены в ряде публикаций [1–3]. Однако история не стоит на месте. В 2001 г. вуз успешно прошел комплексную проверку, аттестацию и аккредитацию своей деятельности, по итогам которой приказом Министерства образования РФ № 2889 от 03.08.2001 г. ему присвоен статус университета. Новый статус поставил перед коллективом задачу – поднять образовательный и научный процессы на более высокую ступень, выстроить их на основе новейших информационных технологий, отвечающих современным требованиям.

Сегодня университет – один из крупнейших вузов лесного профиля. Он осуществляет подготовку бакалавров, магистров и специалистов по широкому спектру лесоводческих, технических, экологических и гуманитарных направлений. В университете реализуются образовательные программы довузовского, вузовского, послевузовского и дополнительного образования. В 2001 г. получены повторно лицензии по 22 специальностям и 12 направлениям подготовки специалистов с высшим профессиональным образованием и 14 научным специальностям подготовки аспирантов; в 2000–2004 гг. – новые лицензии на образовательную деятельность университета по подготовке специалистов с высшим профессиональным образованием по специальностям «Социально-культурный сервис и туризм», «Садово-парковое и ландшафтное строительство», магистров по направлению «Эксплуатация транспортных средств».

За последние 5 лет университет подготовил около 5000 специалистов, впервые выпустил бакалавров по направлениям «Химическая технология и биотехнология», «Менеджмент», специалистов по специальностям «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Прикладная информатика (в экономике)», «Управление качеством», магистров по направлению «Эксплуатация транспортных средств». Ряд выпускников вуза, помимо основной, получили дополнительную квалификацию – переводчик в сфере профессиональной коммуникации. Значительно расширился ассортимент специализаций, предлагаемых студентам для изучения в рамках традиционных специальностей.

Конкурс абитуриентов при поступлении в университет был стабильным и в среднем превышал два человека на место. С 2003 г. среди вузов России стал проводиться конкурс на размещение государственного задания на подготовку специалистов с высшим профессиональным образованием. Наш вуз получил госзаказ на подготовку таких специалистов за счет средств федерального бюджета в 2003 г. – 815, в 2004 г. – 825 человек. Доля студентов, обучающихся за счет внебюджетных средств, к 2004 г. увеличилась до 30 %.

На 41 кафедре работают более 50 профессоров и докторов наук, 280 доцентов и кандидатов наук, в том числе 21 академик различных российских академий. При УГЛТУ функционирует Уральское отделение секции наук о лесе Российской академии естественных наук (РАЕН). Несмотря на тяжелые материальные условия, профессорско-преподавательский коллектив остается верен своему университету, готовит кадры, занимается наукой, вносит весомый вклад в развитие научного и производственного потенциала УрФО и России в целом.

Университет располагает 6 учебными корпусами. Его структурными подразделениями являются: девять факультетов: лесохозяйственный, лесотехнический, лесомеханический, механической обработки древесины, инженерно-экологический, экономики и управления, гуманитарный, заочный, довузовского и дополнительного образования; три института: автомобильно-дорожный, НИИ экологической токсикологии, качества жизни; филиалы в г. Озерск (Челябинская обл.), Советский (Ханты-Мансийский автономный округ, Тюменская обл.), Кудымкар (Коми-Пермяцкий автономный округ, Пермская обл.); представительства в г. Ревда, Богданович, Н.-Тагил (Свердловская обл.), Чебаркуль (Челябинская обл.); Уральский учебно-опытный лесхоз; учебно-производственные мастерские; Малая лесная академия (МЛА); Центр ассоциации международных автомобильных перевозок (АСМАП).

В университете сформировались признанные в России и за рубежом научные школы. Научно-исследовательская работа ведется в рамках единого заказ-наряда, федеральных целевых программ, отечественных и зарубежных грантов, а также хозяйственных договоров с предприятиями.

Показателем высокой эффективности проводимых научных исследований является внедрение их результатов в производство. После подписания

Россией Киотского соглашения практическую значимость приобретают многолетние исследования, проводимые под руководством проф. В.А. Усольцева по определению фитомассы лесов Северной Евразии. Коллективом кафедры физико-механической технологии и защиты биосферы под руководством проф. И.Н. Липунова проведено исследование и налажено производство экологически чистого бруса из отходов лесопромышленного и металлургического производств на ведущем предприятии Урало-Сибирского региона – Верхнесалдинском металлургическом комбинате. Данная работа отмечена правительством Свердловской области премией им. Черепанова. Под руководством профессоров С.В. Залесова, Н.А. Луганского, З.Я. Нагимова, С.А. Шавнина в Ханты-Мансийском автономном округе-Югра проводятся исследовательские работы по повышению устойчивости и продуктивности лесов в районах нефте- и газодобычи, осуществляется мониторинг за состоянием лесов, разработан ряд проектов озеленения городов округа.

В 2004 г. за серию работ лаборатория экологических проблем лесопользования (руководитель проф. В.А. Азаренок) удостоена Золотой медали Всероссийской выставки «Лесной комплекс 2004». Тогда же за разработку цикла научно-исследовательских работ по формированию и реализации экологической стратегии развития г. Екатеринбурга проф. В.В. Свиридов награжден премией В.Н. Татищева и Г.В. Генина. Коллективом кафедры механической обработки древесины разработана и испытана технология производства слоистого материала на основе древесины для защиты от ионизирующих излучений.

В НИИ экотоксикологии УГЛТУ проводятся фундаментальные и прикладные исследования влияния промышленных загрязнений и других антропогенных факторов на лесные экосистемы. Изучаются уровни загрязнений в различных промышленных центрах Уральского региона и на прилегающих территориях, а также масштаб ущерба, наносимого лесам. В число приоритетных задач входит разработка методов оценки состояния и устойчивости древостоев, которые обеспечивают возможность объективного экологического зонирования пораженных поллютантами районов и ведения экологического мониторинга лесов. Особо следует отметить, что за последние 15 лет ни один нормативный документ по ведению лесного хозяйства на территории УрФО не был разработан без участия сотрудников УГЛТУ.

Сотрудниками кафедры информационных технологий и моделирования выполнены исследования по разработке и реализации автоматизированных систем поддержки управленческих решений, контроля знаний и образования. Разработанные информационно-аналитический комплекс «Рейтинг вузов», информационные комплексы «Вузы России» и «Нормативная база Министерства образования и науки России» внедрены в практику работы руководства и аппарата министерства, а также переданы в десятки вузов России. Система информационной поддержки актуального состояния баз данных проходит опытную эксплуатационную проверку в отделе информации, статистики и баз данных министерства.

Результаты научных исследований за последние пять лет были опубликованы в 39 монографиях, 6 учебниках, 102 учебных пособиях, многочисленных статьях в научных журналах и сборниках.

Особого внимания заслуживает тот факт, что важным элементом обучения и творческого развития студентов университета стала их научно-исследовательская деятельность. Они активно участвуют в областных, региональных, внутри- и межвузовских олимпиадах по дисциплинам и специальностям, в конкурсах курсовых и дипломных проектов и научно-исследовательской работе.

Университет развивает связи с зарубежными вузами и научными учреждениями Швейцарии, Германии, Швеции, Финляндии, Чехии, Словакии, Болгарии, Италии, Китая. Одним из долговременных зарубежных партнеров университета является Швейцарский федеральный научно-исследовательский институт леса, снега и ландшафта (WSL), совместно с которым УГЛТУ в течение 12 лет проводит различные научные исследования, представители обеих партнерских сторон проходят научные стажировки как в Швейцарии, так и в России.

УГЛТУ является членом Международного союза лесных исследовательских организаций (ИЮФРО), Международного центра лесного хозяйства и лесной промышленности, Национального совета по добровольной лесной сертификации в России, членом ассоциации инженерного образования в России, входит в региональный центр международного сотрудничества и академической мобильности вузов Уральского региона. Сведения об университете ежегодно вносятся в крупнейшие зарубежные справочники и энциклопедии об образовании. Фактом признания его научного авторитета является ежегодное участие зарубежных специалистов в работе проводимых в вузе научных конференций, присуждение званий «Почетный доктор» и «Почетный профессор» четырем коллегам из Швейцарии и Словакии.

Университет осуществляет подготовку научных кадров через аспирантуру и докторантуру по 15 специальностям и переподготовку инженерных кадров предприятий лесной отрасли. В функционирующих трех диссертационных советах только за последние пять лет защищены 11 докторских и 44 кандидатские диссертации.

К услугам студентов и преподавателей компьютерные классы, аудитории с новейшей аппаратурой, подключенные к сети Интернет. Библиотека университета содержит богатый фонд научной, учебной, художественной литературы, периодики, автоматизированный справочный каталог связывает ее с библиотеками страны, 4 читальных зала оснащены современной техникой и оборудованием.

Динамично развивается производственно-бытовая сфера. Построен новый учебный корпус для инженерно-экологического факультета. На территории студенческого городка расположены 8 общежитий, Дом культуры и спорта, 2 столовые и кафе, профилакторий.

Спортивная база имеет 4 зала, стадион с резинобитумным покрытием. В летнее время на берегу живописного оз. Песчаного функционирует

спортивно-оздоровительный лагерь. При Дворце культуры и спорта действует студенческий хор русской народной песни, танцевальный и театральный коллективы, дискотек, студии бального танца и вокальная.

Деятельность Уральского государственного лесотехнического университета тесно связана с развитием лесной отрасли. На современном этапе развития общества главное заключается не только во внедрении новых технологий лесопользования, но и в осознании того, что жизнь и благополучие людей зависят от состояния лесного сектора экономики России. Осознание данной проблемы высвечивает и будущие перспективы развития университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Старжинский В.Н.* Уральской государственной лесотехнической академии – 65 лет / В.Н. Старжинский, Г.К. Уткин, В.А. Щавровский // Лесн. журн. – 1996. – № 4-5. – С. 7–11. – (Изв. высш. учеб. заведений).
2. *Старжинский В.Н.* Уральская государственная лесотехническая академия на рубеже тысячелетий / В.Н. Старжинский, В.В. Глухих, В.Г. Новоселов, В.А. Азаренок, Ю.А. Серов // Лесн. журн. – 2000. – № 5-6. – С. 7–12. – (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Уральская государственная лесотехническая академия: популярное издание / Урал. гос. лесотехн. акад. – Екатеринбург, 2000. – 472 с.

***В.Н. Старжинский, В.В. Глухих, С.В. Залесов,
В.А. Азаренок, А.Д. Лебедев, В.А. Игнатьев***

*V.N. Starzhinsky, V.V. Glukhikh, S.V. Zalesov, V.A. Azarenok,
A.D. Lebedev, V.A. Ignatjev*

Ural State Forest Engineering University is 75 Years Old



ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*23

Н.А. Луганский, С.В. Залесов, Л.П. Абрамова, А.С. Степанов

Луганский Николай Алексеевич родился в 1931 г., окончил в 1956 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета, заслуженный деятель науки РФ. Имеет около 150 научных работ по вопросам повышения продуктивности и устойчивости лесов лесоводственными способами.



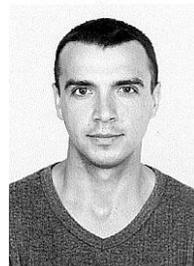
Залесов Сергей Вениаминович родился в 1953 г., окончил в 1981 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет около 250 научных работ по вопросам повышения продуктивности и устойчивости лесов Урала и Западно-Сибирской низменности.



Абрамова Любовь Павловна родилась в 1976 г., окончила в 1998 г. Уральскую государственную лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 27 научных работ по вопросам повышения продуктивности и устойчивости лесов Урала.



Степанов Александр Сергеевич родился в 1979 г., окончил в 2001 г. Уральский государственный лесотехнический университет, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. начальника производственно-технического отдела по лесозаготовкам ОАО «Руслинкор» (Русская лесопромышленная корпорация), г. Екатеринбург. Имеет 7 печатных работ по вопросам повышения продуктивности и устойчивости лесов Урала.

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ
В ДЖАБЫК-КАРАГАЙСКОМ БОРУ**

Приведен анализ естественного возобновления на землях различных категорий в Джабык-Карагайском бору. Сделаны выводы о лесоводственной эффективности мер по содействию естественного возобновления.

Ключевые слова: естественное возобновление сосны, подрост, лесообразовательный процесс, лесные пожары, леса степной зоны, Южный Урал.

Джабык-Карагайский бор расположен в Анненском лесхозе на юге Челябинской области. Он представляет собой южный форпост сосновых лесов на Урале в жестких природных условиях степной зоны, имеет большое экологическое, лесоводственное, геоботаническое, социальное, экономическое значение не только в локальном, но и в региональном масштабе. К сожалению, в последние десятилетия бор быстро разрушается под влиянием неумеренных рубок, пожаров, повреждений дикими и домашними животными, рекреационных нагрузок, применения неадекватных мер для обеспечения лесообразовательного процесса.

Согласно лесорастительному районированию Б.П. Колесникова [2, 3], территория лесхоза относится к лесорастительному району Урало-Тобольского междуречья северной степи с островными сосновыми борами Сибирско-Казахстанской мелкосопочно-равнинной степной лесорастительной области. По лесохозяйственному районированию Б.П. Колесникова [4], территория лесхоза входит в засушливую субаридную лесодефицитную зону агролесомелиоративного использования лесного фонда со степной и лесостепной субаридной зонально-географической системой ведения лесного хозяйства.

Климат района резко континентальный. Зима холодная и суровая, лето теплое, часто жаркое и засушливое. О хроническом недостатке влаги свидетельствует гидротермический коэффициент 0,8. Теплые засушливые периоды чередуются с прохладными и увлажненными, т. е. в степной зоне Зауралья и других прилегающих регионов четко проявляется цикличность солнечной активности [1, 3, 5 – 8 и др.], что следует учитывать в лесохозяйственной практике. В засушливые годы в местоположениях с недостаточным почвенным увлажнением деградируют или даже гибнут лесные насаждения, в первую очередь лесные культуры.

В жестких лесорастительных условиях степной зоны естественное лесовозобновление ослаблено, однако его значение в лесообразовательном процессе нельзя преуменьшать. На некоторых категориях и типах земель и отдельных участках (например с мелкими почвами), где лесные культуры с перспективой формирования полноценных лесных насаждений создать невозможно, возобновление леса может идти только естественным путем. Кроме того, на каждом участке лесных площадей представлены микроусловия с различными потенциями к лесовозобновлению.

Процесс естественного лесовозобновления изучался на постоянных и временных пробных площадях. По ходовым линиям пробных площадей, согласно методическим рекомендациям А.В. Побединского [9], были заложены учетные площадки размером 2 × 2 м. Изучено лесовозобновление под пологом древостоя, в редицах, на полях, исключенных из-под сельскохозяйственного использования, гарях и в горельниках. Установлена роль мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению.

Подрост сосны присутствует под пологом сосновых древостоев практически везде, однако часто в количестве, недостаточном для успешного естественного лесовозобновления. Встречаемость подроста высокая (60 ...

100 %), в основном мелкого высотой до 0,5 м. Крупного подроста (выше 1,5 м) на большей части пробных площадей совсем нет, а на некоторых мало, как и среднего высотой 0,6...1,5 м. Вероятно, подрост высотой более 0,5 м под пологом древостоев систематически гибнет из-за недостатка влаги.

Процесс естественного лесовозобновления различается по типам леса. Наиболее успешен он в сосняке нагорном. Достаточно его и в насаждениях сосняка лишайникового, разнотравно-зеленомошного и разнотравно-лугового. В последнем типе леса подрост приурочен к моховому покрову. Мох (плеуроциум Шребера), аккумулируя влагу, способствует прорастанию семян сосны, однако слишком мощный слой мха препятствует укоренению всходов. Менее успешно естественное лесовозобновление протекает в сосняках злаково-разнотравно-степного типа леса. Под пологом вторичных березовых насаждений также развивается сосновый подрост при наличии сосны в составе древостоев, что позволяет относить такие березняки к потенциально сосновым. Характерна приуроченность всходов и мелкого подроста сосны к микропонижениям и моховому покрову, где режим увлажнения более благоприятен. Отмечается наличие подроста сосны под пологом искусственных сосновых насаждений. Наибольшее его количество там, где проведены рубки ухода.

По данным лесоустройства 1998 г., площадь естественных редиин составляла 8081 га, или 6,6 % от общей площади лесного фонда Анненского лесхоза. За последний ревизионный период их площадь увеличилась на 4845 га, или в 2,5 раза к уровню 1985 г. Редины представлены сосновыми древостоями полнотой 0,2, возраст 60 ... 80 лет. Общая густота подроста сосны в редианах разных типов леса варьирует от 20 до 25 тыс. экз./га. Преобладает подрост высотой до 0,5 м, отдельные экземпляры достигают 2,0 ... 2,5 м. Максимальный возраст 18 ... 20 лет, встречаемость 80 % и более.

Сосновые редины возобновляются сосной вполне успешно. Мелкий подрост размещен равномерно, средний и крупный группами. Подрост приурочен к микропонижениям и моховому покрову, значительно поврежден животными.

Джабык-Карагайский бор представлен разрозненными лесными массивами и относительно небольшими участками насаждений. Имеются огромные открытые межлесные пространства, на которых очень важно оценить эффективность лесовозобновления в зависимости от формируемой лесом экологической среды по странам света и на разных расстояниях от стен леса.

Естественное лесовозобновление на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования (пашни, сенокосы, пастбища), происходит повсюду, более успешно – на старопашотных землях, менее успешно – на сенокосах, где живой напочвенный покров образует дернину, и пастбищах, где осуществлялся интенсивный выпас скота и почва в значительной мере уплотнена.

Результаты исследований свидетельствуют, что лесовозобновление происходит во всех направлениях от стен леса, но наиболее успешно на восток, северо-восток, север. По мере удаления от стены леса густота и встре-

чаемость подроста снижаются. На границах изучаемых участков лесные насаждения выполняют защитную роль для подроста, особенно вблизи стен леса. Под их защитой подрост успешно произрастает и, достигая определенного возраста, уже сам может выполнять защитную функцию для следующего поколения леса. Таким образом расширяются границы лесного массива. Лесовозобновление в направлении на юг и запад от стены леса эффективно на расстоянии, не превышающем трех высот древостоя, на север и восток – до пяти средних высот, что объясняется преобладанием западных ветров в районе исследований. Дальность разлета отдельных семян сосны достигает 2,5 км, однако густота подроста на таком расстоянии от стены леса незначительна.

Естественное возобновление березы на землях, вышедших из-под сельхозпользования, отмечается лишь на брошенных пашнях, т. е. по минерализованной почве. Дальность разлета семян березы значительно больше, чем сосны, однако с увеличением расстояния от стены леса доля березы в видовом составе подроста снижается. Подрост березы семенного происхождения медленно растет в первые годы жизни до 10 ... 12 лет и отстает по высоте от подроста сосны. При невысокой доле березы в составе молодняков она не составляет большой конкуренции сосне.

Мощным фактором, влияющим на лесовозобновительный процесс в Джабык-Карагайском бору, являются пожары. В горельниках, где остались группы или единичные уцелевшие от огня деревья сосны и погибшие деревья вовремя убраны, лесовозобновление хорошее. К причинам неудовлетворительного естественного лесовозобновления относится несвоевременная уборка погибших деревьев. Разработку горельников нужно проводить сразу после пожара до весны следующего года. Запаздывание в сроках вырубki погибших и отмирающих деревьев приводит к тому, что большая часть всходов, которые появляются на следующий год после пожара, уничтожается в процессе заготовки древесины и ликвидации захламленности. Если разработка горельника не проведена до весны следующего года, то от нее следует отказаться. В этом случае необходимы соответствующие противопожарные мероприятия, чтобы не допустить повторного пожара на этом же участке, так как большое количество сухостоя, валежника, сучьев, хвороста значительно повышает пожарную опасность. В то же время сильная захламленность гарей и горельников способствует процессу естественного возобновления, создавая затенение всходам сосны и препятствуя разрастанию живого напочвенного покрова.

На гарях часто отмечается возобновление со сменой пород. Сосну сменяют береза и осина, которые появляются значительно быстрее, чем сосна. Это особенно характерно для пройденных пожаром лиственно-хвойных насаждений, поскольку в них береза возобновляется преимущественно вегетативным путем. Впоследствии береза и осина часто уступают господство накапливающейся сосне.

Наиболее успешно естественное лесовозобновление протекает на небольших площадях гарей и в горельниках, т. е. там, где есть источники

семян. На больших по площади гаях оно происходит по их периферии, на расстоянии до 500 м от стен леса, в зависимости от расположения относительно сторон света. Гари и горельники зарастают постепенно, однако большая часть подроста, особенно поросль березы, появляется весной следующего после пожара года.

Нами проанализирована роль отдельных деревьев и их групп в обеспечении прилегающих открытых площадей семенами сосны. Подобные исследования ранее в Джабык-Карагайском бору были проведены Ф.Ф. Симоном [11] и С.Н. Санниковым [10]. Безусловно, роль стен леса и отдельных деревьев или их групп различна. Стены леса не только служат источниками семян, но и оказывают мощное позитивное экологическое влияние, чего не наблюдается со стороны отдельных деревьев или их групп.

В качестве объектов исследования выбраны отдельно стоящие деревья сосны. Расстояние до ближайшей стены соснового древостоя не менее 200 м, возраст деревьев 80 лет и выше. Были подобраны 12 деревьев сосны в условиях сосняка злаково-разнотравного степного. Естественное возобновление изучали на учетных площадках, заложенных на лентах через 5 м от дерева, ориентированных на север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад.

Данные учета естественного лесовозобновления от единичных деревьев показали (см. таблицу), что оно максимально на севере и северо-востоке от деревьев. Значительное количество подроста располагается также в направлении на восток и северо-запад. Отсюда можно выделить сектор, в котором естественное лесовозобновление наиболее успешно: это направления северо-запад, север, северо-восток, восток от источников семян. В других направлениях оно менее успешно, а зачастую отсутствует.

Установлено, что густота подроста уменьшается с увеличением расстояния от источника семян. В приствольном круге радиусом 2–3 м подроста, как правило, нет, что, на наш взгляд, обусловлено конкуренцией материнских деревьев за влагу. На расстоянии 5 ... 15 м от дерева густота подроста наибольшая, в отдельных случаях она достигает 50 ... 100 тыс. экз./га, что объясняется защитной ролью затенения от дерева. Длина тени в полуденные часы равняется приблизительно 2/3 высоты дерева. Именно на этом расстоянии отмечается наибольшее количество подроста. С дальнейшим увеличением расстояния от дерева густота подроста значительно снижается и на удалении, превышающем две высоты дерева, его, как правило, нет.

В рассматриваемом варианте подрост сосны вокруг отдельных деревьев имеет высоту до 0,5 м, средний и крупный подрост встречается единично. Это связано с трудными условиями произрастания на открытой площади в степной зоне Зауралья (неблагоприятный водный и тепловой режим, сильное развитие живого напочвенного покрова преимущественно степного комплекса). К тому же отмечается повреждаемость подроста сосны косулями на межлесных пространствах.

Направление	Густота подроста, тыс. экз./га, на расстоянии от дерева, м								Средняя густота, тыс. шт./га	Встречаемость, %
	5	10	15	20	25	30	35	40		
С	67,0	12,0	12,0	6,0	2,0	2,0	2,0	1,0	13,0	89
СВ	62,0	5,0	4,0	6,0	7,0	1,0	–	–	10,6	67
В	55,0	5,0	6,0	5,0	5,0	2,0	1,0	–	9,8	78
ЮВ	3,0	2,0	3,0	–	–	–	–	–	1,0	33
Ю	–	5,0	5,0	–	–	–	–	–	1,0	22
ЮЗ	3,0	3,0	5,0	2,0	–	–	–	–	1,6	44
З	14,0	12,0	12,0	–	–	–	–	–	4,7	33
СЗ	56,0	2,0	2,0	5,0	2,0	2,0	2,0	–	9,0	78
Среднее	36,0	6,7	6,0	0,3	2,0	0,9	0,6	–	6,5	

Для учета влияния групп деревьев сосны на естественное лесовозобновление подбирали группы с тремя и более деревьями. Успешно подрост развивается в направлении на север, северо-восток и восток от групп, особенно на северо-восток. С увеличением расстояния от группы деревьев густота подроста снижается. На расстоянии более двух средних высот деревьев в группе она незначительна. С расстоянием уменьшается также доля крупного и среднего подроста. Наибольшее его количество отмечается внутри групп деревьев и на расстоянии не более средней высоты деревьев в группе, где более благоприятны условия, связанные с защитной ролью материнских деревьев.

В ходе исследования была изучена эффективность естественного лесовозобновления на минерализованной с помощью плуга ПКЛ-70 почве в различных условиях: под пологом древостоев, в редицах, вдоль стен леса на открытых пространствах.

По материалам лесоустройства, в условиях Анненского лесхоза минерализация почвы как мера содействия естественному возобновлению малоэффективна. Согласно нашим исследованиям естественное лесовозобновление на минерализованной почве протекает достаточно успешно. Густота подроста сосны на этих полосах при наличии источников семян достигает 300 тыс. экз./га, встречаемость превышает 95%, тогда как на неминерализованной поверхности подроста зачастую вообще нет. Однако успешное возобновление наблюдается не ежегодно, а лишь в благоприятные по метеорологическим условиям годы.

Полученные данные позволяют рекомендовать минерализацию поверхности почвы как эффективную меру содействия естественному возобновлению сосны под пологом древостоев, вдоль стен леса и на открытых пространствах при наличии источников семян в виде отдельных деревьев или их групп. Доля минерализации почвы должна быть не менее 20 ... 30 %, ее лучше выполнять с помощью плуга ПЛП-3-3,5 или аналогичного ему с рыхлением дна борозды.

Изучая влияние «окон» в древостоях размером 100 ... 600 м² на процессы естественного лесовозобновления в доминирующих типах сосновых лесов, можно отметить высокую среднюю густоту подроста – от 35 до

550 тыс. экз./га при встречаемости 70 ... 100 % (на контрольном участке непосредственно под пологом древостоя соответственно 1,7 тыс. экз./га и 60 %). В «окнах» преобладает подрост высотой до 0,5 м, хотя на некоторых в значительных количествах представлен средний и крупный подрост. Максимум подроста приходится на «окна» площадью 350 ... 560 м².

В практике лесовосстановления в степной зоне искусственное стало единственным методом. Но нельзя отказываться и от естественного лесовозобновления. Оно достаточно эффективно на землях различных категорий и типов, но, как и лесные культуры, требует активных мер содействия и агротехнического ухода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бирюков В.Н.* Влияние циклических изменений климата на состояние лесной растительности в Северном Казахстане / В.Н. Бирюков, З.П. Бирюкова // Охрана и воспроизводство животного и растительного мира Северного Казахстана. – 1978. – С. 88.
2. *Колесников Б.П.* Лесорастительные условия и лесохозяйственное районирование Челябинской области / Б.П. Колесников // Вопросы восстановления и повышения продуктивности лесов Челябинской области. – Свердловск, 1961. – С. 3–44.
3. *Колесников Б.П.* Леса Челябинской области / Б.П. Колесников // Леса СССР. – М., 1969. – Т. 4. – С. 125–156.
4. *Колесников Б.П.* Зонально-географические системы ведения лесного хозяйства – научная основа его интенсификации на Урале / Б.П. Колесников // Леса Урала и хозяйство в них. – Свердловск, 1978. – Вып. 11. – С. 3–16.
5. *Комин Г.Е.* Колебания климата и производительность лесов / Г.Е. Комин // Леса Урала и хозяйство в них. – Свердловск, 1968. – Вып. 2. – С. 49–52.
6. *Комин Г.Е.* Цикличность и динамичность лесов Зауралья: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Г.Е. Комин. – Свердловск, 1978. – 33 с.
7. *Комин Г.Е.* Цикличность лесообразовательного процесса / Г.Е. Комин // Лесоведение. – 1993. – № 1. – С. 3–9.
8. *Молчанов А.А.* Изменение ширины годичного кольца в связи с изменением солнечной активности / А.А. Молчанов // Формирование годичного кольца и накопление органической массы у деревьев. – М., 1970. – С. 7–49.
9. *Побединский А.В.* Изучение лесовосстановительных процессов / А.В. Побединский. – М., 1966. – 64 с.
10. *Санников С.Н.* Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной / С.Н. Санников. – М.: Наука, 1992. – 264 с.
11. *Симон Ф.Ф.* Результаты изучения некоторых условий возобновления сосны с соображениями о рубках в сосняках / Ф.Ф. Симон // Изв. Урал. лесотехн. ин-та. – Свердловск, 1934. – Вып. 2. – С. 1–68.

N.A. Lugansky, S.V. Zalesov, L.P. Abramova, A.S. Stepanov
Natural Reforestation in Dzhabuk-Karagajsk Forest

The analysis of natural reforestation on the land of different categories in Dzhabuk-Karagajsk forest is given. Conclusions are drawn on silviculture efficiency of measures promoting the natural reforestation.

УДК 630*: 639.111

А.Я. Зюсько, С.В. Залесов, Л.П. Абрамова, Л.А. Белов

Зюсько Анатолий Яковлевич родился в 1949 г., окончил в 1976 г. Уральский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ботаники и защиты леса Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 40 научных работ в области популяционной экологии, биоразнообразия и проектирования ООПТ.



Белов Леонид Александрович родился в 1983 г., окончил в 2003 г. Уральский институт подготовки и повышения квалификации кадров лесного комплекса, студент Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 2 научные работы по вопросам повышения продуктивности и устойчивости лесов Урала и Западной Сибири.



ВЛИЯНИЕ ЗИМНИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ КОПЫТНЫХ НА ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ АННЕНСКОГО ЗАКАЗНИКА

На примере Анненского заказника Челябинской области методами учета определены зимние концентрации косули. Сделан вывод о необходимости регулирования численности копытных и реорганизации в деятельности заказников регионального значения.

Ключевые слова: островные боры, зимние концентрации копытных, повреждаемость лесных культур, естественное лесовозобновление.

Охотничьи заказники регионального значения на территории Челябинской области являются станциями выживания диких копытных в зимний период. Особенно высокая плотность косули и лось отмечена в островных борах лесостепной и степной зон, так как на этих территориях высота снежного покрова невелика, а следовательно, отсутствует влияние одного из существенных лимитирующих факторов.

В природных условиях лесных зон дикие копытные (лось, благородный олень, косуля) не создают проблем для лесного хозяйства, так как являются естественным компонентом экосистем. Численность их популяций находится в динамическом равновесии в зависимости от условий среды и действия лимитирующих факторов. Обитая на обширных территориях, они свободно передвигаются и равномерно осваивают относительно благоприятные для них условия обитания. Плотность популяции зависит от качества местообитаний и наличия неблагоприятных факторов, вызывающих перераспределение этих животных в природе. В естественных условиях даже при самых высоких показателях плотности животные никогда не оказывают существенного влияния на лесовозобновление основных лесобразующих

пород, так как концентрируются по зарастающим лиственным молодняком гарям, пасутся на марях, в приречных и приручьевых ивняках, осваивают летом островные ивняки и тополевики, пойменные луга, поляны, редины и другие кормовые станции (неудобицы с точки зрения лесного хозяйства). Кроме этого, численность копытных никогда не достигает оптимального уровня, так как ее рост всегда сдерживает набор лимитирующих факторов.

Лесовозобновление в естественных условиях идет медленно, постепенно, с последовательным прохождением сукцессионных стадий. Участки молодняков образуются в перестойном лесу пятнами, на месте постепенно выпадающих старых или ветровальных деревьев, выгоревших или ветровальных участков леса. В ненарушенных климаксовых лесных сообществах парцеллярная и «оконная» структура развивается благодаря непрерывному обороту поколений деревьев, асинхронное выпадение которых приводит к наличию в таких сообществах большого количества зарастающих «окон» разного возраста [6]. Участки естественного возобновления сильно разбросаны и малы по площади по сравнению с радиусами индивидуальной активности животных, поэтому копытные вынуждены постоянно перемещаться в поисках корма. Медленная смена растительных формаций не вызывает резких изменений в численности и плотности популяций животных, характерных для природных и близких к ним по состоянию малонарушенных местообитаний.

Более быстрые по смене формаций послепожарные сукцессии способствуют образованию пирогенных сосняков. Участки гарей чаще всего зарастают смешанным или лиственным молодняком, в результате значительно улучшается кормовая база. Копытные, активно осваивая зарастающие гари, подавляют рост лиственных, в значительной степени способствуя лесовозобновлению основных лесобразующих пород.

Если возобновление сосны начинается сразу после пожара, то площади молодняков так загущаются, что копытные, повреждая только часть подроста, обеспечивают лучшие условия роста оставшейся части неповрежденного соснового молодняка.

Существенные изменения в динамике местообитаний копытных вызывает деятельность человека, особенно сельское и лесное хозяйство. Изымаемые для использования в сельскохозяйственном производстве земли становятся периодически непригодными местообитаниями, и животные вынуждены концентрироваться в лесных местообитаниях.

Джабык-Карагайский бор расположен на территории Анненского лесхоза Челябинской области, в степной зоне. С востока он примыкает к западным окраинам Западно-Сибирской равнины, с юга – к северным окраинам Тургайской впадины. Согласно лесорастительному районированию [1–3], Анненский заказник, расположенный в одноименном лесхозе, относится к лесорастительному району Урало-Тобольского междуречья северной степи с островными сосновыми борами Сибирско-Казахстанской мелкосопочно-равнинной степной лесорастительной области. Климат резко континентальный. Хронический недостаток влаги (гидротермический коэф-

фициент 0,8), малое количество осадков весной, холодные и суровые зимы, жаркое и засушливое лето сдерживают процессы естественного лесовозобновления. На этом фоне влияние диких копытных в большей степени определяют масштабы повреждаемости лесных культур.

Основными видами диких копытных животных, которые повреждают подрост сосны и лесные культуры на территории Джабык-Карагайского бора, являются косуля и лось. Островное положение лесных массивов бора обуславливает концентрацию копытных. Лось и косуля как типичные лесные животные практически не выходят за пределы лесных массивов далее опушечных участков. По материалам Госохотучета, на момент исследования общая численность лося составила 220, косули – 2902 для всего массива и окружающих хозяйств. Распределение их по территории бора крайне неравномерное. На 1 га всей площади Анненского заказника (36,2 тыс. га) приходится в среднем 2,1 лося и 21,0 косули, покрытой лесом (29,7 тыс. га) – соответственно 2,6 и 25,6 голов.

При показателях плотности, применяемых в охотхозяйственной практике (30 голов на 1000 га пригодных местообитаний), на зимних станциях концентрации копытных в значительной степени могут влиять на лесовозобновление. Исследовали повреждаемость естественного подростка сосны на участках, где возраст растений составил 3–4 и 7 ... 15 лет, а также лесных культур 2–3- и 7–15-летнего возраста. Исследовали участки, расположенные на прогалинах, в рединах и под пологом насаждений. Степень повреждаемости подростка и лесных культур зависит главным образом от плотности населения косуль на участке, так как ее численность в 10 раз превышает количество лосей.

Подрост и подлесок учитывали по методике А.В. Побединского [11] путем закладки учетных площадок (2 × 2 м), не менее 20 шт. на каждой из секций пробной площади. Растения подразделяли на неповрежденные, слабоповрежденные, поврежденные и сухие. К слабоповрежденным относили экземпляры с целой вершиной, побегами, объединенными менее чем на 50 % и погрызами коры менее 50 % окружности ствола.

В таблице показана численность косули и лося в пределах всего лесного массива и окружающих территорий по материалам Госохотучета, предоставленным Карталинской инспекцией госохотнадзора (данные ЗМУ).

Плотность населения участка копытными животными определяли методом учета зимних дефекаций животных [10, 14]. Продолжительность периода выделения зверем оформленных зимних экскрементов принята за 200 дн. (с момента опадения листьев до появления новой травянистой растительности). Число дефекаций одного животного за сезон принимали 2800 (14 × 200). Общее число животных, зимовавших на данной территории, определяли на учетных маршрутах из расчета 1 км на каждые 100 га оцениваемой площади. Учеты проводили в период между полным сходом снега и появлением травянистой растительности. Ширина учетной ленты 3 м (по 1,5 м справа и слева от линии хода учетчика).

**Численность косули (числитель) и лося (знаменатель)
на территории Карталинского района, голов**

Год	Охотничье хозяйство				Всего
	Анненский госзаказник	Джабыкское	Карталинское	Тогузак	
1992	<u>514</u> 28	<u>100</u> 81	<u>1534</u> 230	–	<u>2148</u> 339
1993	<u>856</u> 143	<u>177</u> 76	<u>1505</u> 158	–	<u>2538</u> 377
1994	<u>605</u> 249	<u>150</u> 50	<u>1428</u> 102	–	<u>2183</u> 401
1995	<u>527</u> 87	<u>75</u> 25	<u>819</u> 46	–	<u>1421</u> 158
1996	<u>640</u> 45	<u>146</u> 26	<u>426</u> 33	–	<u>1212</u> 104
1997	<u>579</u> 115	<u>103</u> 34	<u>457</u> 50	–	<u>1139</u> 199
1998	<u>787</u> 148	<u>184</u> 50	<u>602</u> 61	–	<u>1573</u> 259
1999	<u>735</u> 164	<u>213</u> 86	<u>624</u> 22	–	<u>1572</u> 272
2000	<u>707</u> 207	<u>170</u> 83	<u>829</u> 8	–	<u>1706</u> 298
2001	<u>802</u> 176	<u>157</u> 91	<u>1417</u> –	<u>194</u> –	<u>2570</u> 267
2002	<u>543</u> 122	<u>357</u> 86	<u>1646</u> 13	<u>197</u> –	<u>2743</u> 221
2003	<u>761</u> 77	<u>336</u> 89	<u>1896</u> 54	<u>309</u> –	<u>3302</u> 220

По материалам учетов устанавливали локальную концентрацию животных, соответствующую показателям плотности от 33 до 466 животных на 1000 га зимних стадий, совпадающих с площадями молодняков и лесных культур. Пробы и учеты в других участках бора весной 2004 г. не проведены из-за возвратных весенних холодов и снегопада 23–24 апреля, прервавшего период наблюдений. По результатам исследований, проведенных в 2004 г., можно вывести следующие закономерности повреждаемости сосновых культур и естественного возобновления в местах концентрации косули.

На редирах и прогалинах при плотности населения животных в зимний период в среднем 47 голов на 1000 га повреждаемость подроста возраста 3–4 лет составила 18,6 % от общего количества 17798 шт./га. Повреждаемость 3–4-летнего подроста, расположенного под пологом насаждений при концентрации косули до 100 голов на 1000 га равна 40 % (густота 5298 шт./га); от 100 до 200 голов на 1000 га – 30 % (густота 16332 шт./га). При концентрации более 200 голов на 1000 га повреждаемость самосева и подроста составила 100 %, кроме участка 55-2, на котором поврежденного 3–4-летнего подроста не было обнаружено. На этом участке имеется

30500 шт./га подроста 7–8-летнего возраста, который поврежден на 53,3 %, где и концентрировались косули.

Повреждаемость подроста 7 ... 15 лет, расположенного под пологом насаждений, при зимних концентрациях косули до 100 голов на 1000 га, в среднем равна 32 % (густота 18045 шт./га).

На участках лесных культур возраста 2–3 года даже при высокой плотности населения косули (более 200 голов на 1000 га) повреждаемость составила лишь 19 %. Это объясняется низкой высотой деревьев, которые частично скрыты под снегом. В лесных культурах 7 ... 15 лет при плотности населения косули до 100 голов на 1000 га повреждается 36 %. Небольшие показатели повреждаемости связаны с низкой густотой сосны в культуре (1432 шт./га). Отмечена также слабая повреждаемость культивируемых растений (6 %) для значительных концентраций косули на зимовках (от 100 до 200 голов на 1000 га) при густоте 2321 шт./га.

Интересные данные получены для участков, на которых встречаются как подрост естественного происхождения, так и лесные культуры разного возраста. При концентрации косули более 150 голов на 1000 га повреждаемость составляет в среднем лишь 29 % от общего количества растений в культурах 6381 шт./га.

По результатам обработки данных маршрутных учетов определены участки наивысшей концентрации косуль (359 ... 466 голов на 1000 га), которые совпали с расположением 2–3-летних лесных культур сосны и участком со слабым естественным возобновлением.

Полностью поврежденный подрост сосны оказался в осинниках и отчасти в березняках, сильно поврежденный (86 ... 95 %) – на площадках, заложенных в осинниках и только на двух в березняке. Выше среднего процент поврежденного подроста (50 ... 85 %) на площадках, заложенных в осинниках, и почти столько же в сосняках и березняках. Условно средние показатели повреждения естественного возобновления (30 ... 49 %) совпали с таковыми на площадках, находящихся преимущественно в сосняках.

Не всегда процент значительного повреждения соответствует максимальным показателям относительной плотности популяции животных на зимовочных станциях обитания; для более достоверных результатов нужны сплошные учеты на всей территории заказника и, желательно, в окружающих хозяйствах.

Но по уже имеющимся данным можно говорить о перенаселении заказника косулей и необходимости в процессе детальных исследований установить оптимальную плотность (экологическую емкость территории), при которой уменьшается влияние копытных на лесовозобновление. Особое внимание при расчетах следует уделить экспликации зимних стадий обитания как лимитирующих. Именно их площадь и качество определяют концентрацию животных в Анненском заказнике.

На основании региональных нормативов для Челябинской области численность косули в заказнике должна быть не менее 870 ... 900 животных при расчетной плотности популяции 30 голов на 1000 га пригодных для

обитания угодий. Исходя из данных зимних маршрутных учетов, проводимых в заказнике, и в соответствии со статистическими данными Управления по охране, контролю и регулированию использования охотничьих животных Челябинской области численность косули не выходит даже на средний для нормативных данных уровень (см. таблицу). Однако повреждаемость культур высока даже при таких (ниже нормативных) показателях численности копытных [9, 10, 12, 13] и в значительной степени отражается на лесовозобновлении. Повреждаемость подростов естественного происхождения и лесных культур в условиях Анненского заказника зависит от общей плотности населения косули и концентрации животных в районе зимних стаций.

Эффективным методом снижения повреждаемости подростов естественного происхождения и лесных культур в условиях бора является регулирование численности косули путем отстрела или отлова для расселения. Нормы отстрела обосновываются на основании материалов подробного изучения кормовой и общей емкости местообитаний (с учетом площадей молодняков) и должны осуществляться под контролем Управления по охране, контролю и регулированию использования охотничьих животных. При организации вопросов регулирования численности копытных на территориях памятников природы (к которым относится Джабык-Карагайский бор) оптимальную численность следует определять с учетом площадей и возраста молодняков. При оценке процессов лесовозобновления необходимо также учитывать гидроклиматические циклы [2, 4, 5], влияние которых наиболее остро проявляется в зонах наибольшей континентальности климата [7, 8]. В лесостепной и степной зонах лесовозобновление идет удовлетворительно только в прохладные и влажные периоды. В теплые и сухие периоды неблагоприятное воздействие копытных возрастает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесников Б.П. Зонально-географические системы ведения лесного хозяйства – научная основа его интенсификации на Урале / Б.П. Колесников // Леса Урала и хозяйство в них. – Свердловск, 1978. – Вып. 11. – С. 3–16.
2. Колесников Б.П. Лесорастительные условия и лесохозяйственное районирование Челябинской области / Б.П. Колесников // Вопросы лесовосстановления и повышения продуктивности лесов Челябинской области. – Свердловск: УФ АН СССР, 1961. – Вып. 26. – С. 3–44.
3. Колесников Б.П. Леса Челябинской области / Б.П. Колесников // Леса СССР. – М., 1969. – Т. 4. – С. 125–156.
4. Комин Г.Е. Колебания климата и производительность лесов / Г.Е. Комин // Леса Урала и хозяйство в них. – Свердловск, 1968. – Вып. 2. – С. 49–52.
5. Комин Г.Е. Цикличность лесообразовательного процесса / Г.Е. Комин // Лесоведение. – 1993 – № 1. – С. 3–9.
6. Коротков В.Н. Новая парадигма в лесной экологии / В.Н. Коротков // Биологические науки. – 1991. – № 7. – С. 7–19.
7. Кривенко В.Г. Современное состояние ресурсов водоплавающих птиц России и проблемы их охраны / В.Г. Кривенко, В.Г. Виноградов. – М., 2001. –

[Электронная версия в Интернет: <http://biodat.ru>: Центр по изучению мигрирующих животных: BIODAT, Wetlands International].

8. *Кривенко В.Г.* Водоплавающие птицы и их охрана / В.Г. Кривенко. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.

9. Методические указания по определению оптимальных плотностей населения для диких копытных животных в лесхозах. – М.: ВНИИЛМ, 1988. – 9 с.

10. Методическое руководство по учету численности охотничьих животных в лесном фонде Российской Федерации. – М.: Росгипролес, 1997. – 58 с.

11. *Побединский А.В.* Изучение лесоводственных процессов / А.В. Побединский. – М.: Наука, 1966. – 69 с.

12. Региональные нормативы оптимальной плотности населения диких копытных животных для лесов европейской части гослесфонда СССР. – М.: ВНИИЛМ, 1988. – 15 с.

13. Рекомендации по регулированию использования охотничьих животных в лесхозах Министерства природных ресурсов Российской Федерации, на которые возложены функции по ведению охотничьего хозяйства в комплексе с лесным хозяйством. – М.: ВНИИЛМ, 2001. – 41 с.

14. *Русанов Я.С.* Лес и копытные / Я.С. Русанов, Л.И. Сорокина. – М.: Лесн. пром-ть, 1984. – 128 с.

A.Ya. Zyusko, S.V. Zalesov, L.P. Abramova, L.A. Belov

Influence of Winter Concentrations of Ungulates on Reforestation on Annensk Reserve Territory

Winter concentrations of roes are determined by count methods based on the example of the Annensk reserve in the Chelyabinsk area. The conclusion is drawn on the necessity of regulating the number of ungulates and reorganization of activity for the reserve of regional significance.

УДК630*273

Т.Б. Сродных

Сродных Татьяна Борисовна родилась в 1952 г., окончила в 1976 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтного строительства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет около 60 печатных работ по озеленению городов и рекультивации нарушенных ландшафтов.



СОСТОЯНИЕ ОЗЕЛЕНЕНИЯ В ГОРОДАХ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Проведено обследование зеленых насаждений в нескольких северных городах Западной Сибири. Выявлены особенности систем озеленения, изучены ассортимент и состояние насаждений. Предложены рекомендации по зеленому строительству.

Ключевые слова: зеленые насаждения в городах, системы озеленения, север Западной Сибири.

На протяжении 10 лет изучено состояние городских зеленых насаждений и проведен анализ систем озеленения в различных городах Западной Сибири. Обследовано пять городов в зоне Среднего Приобья (около 61 ° с.ш.): Ханты-Мансийск, Нефтеюганск, Сургут, Лангепас, Нижневартовск, три города в более северных широтах (между 63 и 65 ° с.ш.): Белоярский, Губкинский и поселок городского типа (пгт) Тарко-Сале. Последние пять относятся к категории малых городов с населением менее 50 тыс. человек, остальные – к крупным и большим с населением от 100 тыс. человек в Нефтеюганске до 286 тыс. человек в Сургуте [5]. Административно Губкинский и Тарко-Сале входят в Ямало-Ненецкий, остальные в Ханты-Мансийский АО.

При изучении городских систем озеленения были поставлены три основные задачи: 1) обследовать состояние городских зеленых насаждений, их состав, санитарное состояние, плотность посадок и т. д.; 2) проанализировать в целом системы озеленения городов, размещение объектов озеленения разных категорий по функциональному назначению, их площадь, связь между собой, состояние; 3) дать рекомендации по пространственному размещению новых объектов ландшафтной архитектуры и ведению городского зеленого хозяйства (ассортимент видов, технологические приемы и т. д.).

В Нижневартовске, Лангепасе, Губкинском, Тарко-Сале проведено детальное обследование городских насаждений, в остальных – визуальное фрагментарное обследование и работа с имеющимися материалами.

Замеряли высоту и диаметр деревьев на высоте 1,3 м и определяли санитарное состояние по следующей шкале: 5 б – отличное; 4 б – хорошее, но есть небольшие повреждения, усохшие веточки, изменение окраски ли-

ствы, легкая разреженность кроны; 3 б – удовлетворительное, крона сильно разрежена, 30 % в кроне составляют усохшие ветки и ветви; 2 б – неудовлетворительное, 70 % кроны составляют усохшие ветки и ветви; 1 б – погибшее дерево, сухостой «на корню».

Данные города расположены в северной и средней подзонах таежных лесов, Тарко-Сале практически на границе северных таежных и предтундровых лесов. Преобладающими породами (по запасу) являются сосна обыкновенная – 45,8 % и кедр (сосна сибирская) – 23,6 % [4]. Почти 50 % лесных земель зоны Среднего Приобья – заболоченные территории, климат резкоконтинентальный. Средние годовые температуры колеблются от –3 до –6 °С [4, 5]. По О.Р. Назаревскому [3], большинство рассматриваемых городов оказались в зонах, природные условия которых неблагоприятны и малоблагоприятны для проживания человека, а самый северный пгт Тарко-Сале – на границе зон с крайне неблагоприятными и неблагоприятными природными условиями.

Суровые природно-климатические условия данных территорий усугубляются неблагоприятными почвенными и экологическими факторами, что связано с крупномасштабным углеводородным загрязнением в центральной части Западной Сибири. Это свидетельствует о необходимости хорошо продуманной, четко дифференцированной, функционально обоснованной системы озеленения бурно развивающихся городов северного региона.

По рекреационному районированию И.В. Тарана [6], разработанному для районов Западной Сибири, в данном регионе экстенсивного рекреационного использования лесов в городах должны быть созданы зеленые зоны, лесопарки и природные парки, которые смогли бы удовлетворить спрос городского населения на рекреационные объекты. В настоящее время во многих городах региона уже выделены зеленые зоны – Сургут, Нижневартовск, Лангепас, Покачи, на севере – Губкинский, Белоярский, пгт Тарко-Сале и др. Следующим этапом должно стать создание в городах единой системы озеленения, объединяющей внутригородские объекты озеленения с пригородными посредством бульваров, хорошо озелененных улиц, пешеходных трасс.

По функциональному назначению все зеленые насаждения подразделяются на три категории: общего пользования (ОП), ограниченного пользования (Огр. П) и специального назначения (СН). Основу, костяк городской системы озеленения должны составлять насаждения ОП, к ним относятся городские парки, сады, бульвары, а также лесопарки как насаждения ОП эпизодического посещения.

У нас в стране строительство зеленых насаждений ведется в соответствии с государственными нормами озеленения, дифференцированными по насаждениям разных категорий для различных по численности городов. По категории объектов ОП эта норма для крупных и больших городов составляет 10, для малых – 7 м² на 1 чел. [1].

Рассмотрим эти показатели в исследуемых нами городах. Площадь насаждений ОП составляла: в Сургуте $3,9 \text{ м}^2$ на 1 чел. [2], в Нефтеюганске – $2,6 \text{ м}^2$ на 1 чел. [8]. По нашим данным, в конце 1990-х гг. этот показатель составлял: для Нижневартовска – 1,5, Лангепаса – 1,2, Губкинского – 2,0 Тарко-Сале – $0,5 \text{ м}^2$ на 1 чел.

Существовавшее в 1980–1990-е гг. количество насаждений ОП значительно отставало от рекомендуемого, но в настоящее время площади зеленых насаждений неуклонно растут. Так, по Генеральному плану развития г. Сургута, эта площадь должна вырасти до 10 м^2 на 1 чел. в первую очередь, в настоящее время она составляет уже $12,3 \text{ м}^2$ на 1 чел. [5]. По перспективному плану озеленения г. Лангепаса, разработанному нами в 1999 г., намечено увеличение площади насаждений этой категории до 20 м^2 на 1 чел. (на текущие 8 ... 10 лет), что связано с реально существующими возможностями создания благоустроенной зеленой зоны отдыха вдоль протоки Каюковской площадью 70 га. Эта живописная территория расположена в черте города, в пределах, доступных для пешеходов. Намечено также создание нескольких городских скверов общей площадью 5,5 га.

В Нижневартовске в настоящее время всего 20 га насаждений ОП: два бульвара, сквер и небольшой городской парк, по размерам и планировке напоминающий сквер. В планировочном аспекте в городе есть все условия для создания полноценной системы озеленения с равномерным размещением объектов ОП, взаимосвязанных между собой озелененными трассами и бульварами, выходящими к Комсомольскому озеру. Вокруг последнего после проведения гидромелиоративных работ возможно создать городской парк в естественном лесном массиве с предварительной реконструкцией его насаждений.

В Губкинском площадь насаждений ОП может быть увеличена за счет парковой зоны площадью 12 га в живописном лишайниковом бору, расположенном в черте города, а также территории так называемого «ландшафтного парка» площадью 13 га, которая частично используется и в настоящее время, но на небольшой площади, благоустроенной под детскую площадку.

В Тарко-Сале очень мало насаждений ОП, четыре маленьких скверика площадью 1,5 ... 2,0 га, но есть довольно много площадей, где возможно создание зон отдыха, скверов без проведения серьезных мелиоративных мероприятий. В первую очередь, это хвойный массив в пойме р. Пяку-пур, расположенный рядом с микрорайоном 1 – Геолог, а также так называемая больничная зона – естественный лесной массив в микрорайоне 12. Часть территории этого массива заболочена. Здесь можно проложить благоустроенный маршрут, соединяющий наиболее привлекательные лесные уголки – возвышенные сухие гривки.

В Ханты-Мансийске внутригородские насаждения ОП занимают площадь всего $2,2 \text{ м}^2$ на 1 чел. Если учесть рекреационную зону природного парка Самаровский Чугас, то площадь насаждений ОП значительно увели-

чится, но это будут насаждения эпизодического, а не регулярного посещения.

Анализ городских территорий рассматриваемых городов показывает, что практически в каждом из них есть возможности и резервные территории для увеличения площади насаждений ОП.

Количество древесно-кустарниковых видов, используемых в озеленении городов Среднего Приобья, значительно выше, чем в более северных, – 24 вида, тогда как в озеленении Губкинского и Тарко-Сале их насчитывается только 13–14.

В уличных посадках в городах Западной Сибири в ассортименте древесных видов доминируют лиственные породы. Наиболее распространена береза, преимущественно пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.): от 42,7 % в Тарко-Сале до 70,4 % в Нижневартовске. Значительна доля разнообразных видов ив: от 9,5 % в Нижневартовске до 47,3 % в Губкинском. Доля осины (*Populus tremula* L.) невелика, но везде она хорошо развита, имеет высокие санитарные и декоративные качества. В городах Среднего Приобья она составляет 9,5 ... 14,5, в более северных всего 1,6 ... 0,3 %. Невысок процент рябины сибирской (*Sorbus sibirica* Hedl.): от 4,3 ... 6,5 в Лангепасе и Нижневартовске до 1,1 ... 5,7 в Губкинском и Тарко-Сале (см. таблицу).

Характеристика основных видов древесных и кустарниковых пород, используемых в озеленении городов

Вид	Количество растений		Средние показатели		
	шт.	% от общего числа	Высота, м	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Санитарное состояние, балл
г. Нижневартовск					
Береза пушистая и бородавчатая	2332	70,4	4,4	5,9	4,2
Ива – древовидные (разные виды)	315	9,5	3,8	5,4	4,1
Осина	311	9,4	4,4	6,9	4,5
Рябина сибирская	215	6,5	2,8	3,4	3,9
г. Лангепас					
Береза пушистая и бородавчатая	12823	48,0	3,1	2,7	3,3
Ива – древовидные (разные виды)	7199	26,9	2,8	1,2	2,8
Осина	3887	14,5	3,5	3,1	3,4
Рябина сибирская	1152	4,3	2,0	1,4	4,2
г. Губкинский					
Береза пушистая					

и бородавчатая	8590	45,9	1,9	2,5	3,5
Ивы					
кустарниковые	8852	47,3	2,0	2,1	3,9
Сосна					
обыкновенная	880	4,7	3,6	1,0	1,3
пгт Тарко-Сале					
Ивы					
(разные виды)	2238	37,2	3,1	4,0	4,0
Береза пушистая					
и бородавчатая	2039	33,9	3,7	6,8	4,1
Рябина					
сибирская	440	7,3	2,4	2,6	3,9
Лиственница					
сибирская	297	4,9	4,1	8,8	4,2

Хвойные используются в озеленении сибирских городов незначительно: в Лангепасе и Нижневартовске только сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) – 1,1 ... 1,5 %, в Губкинском почти нет хвойных, санитарное состояние молодых погибающих посадок сосны обыкновенной оценивается баллом 1,3 (сухостой на корню). В Тарко-Сале сформировались хорошие посадки лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.): 7 % в уличных посадках и около 5 % в микрорайонах. Лиственница имеет хорошее санитарное состояние (соответственно 4,2...4,4 балла) и лучшие показатели по высоте и диаметру (4,1...4,9 м и 8,8...8,0 см). Сосна обыкновенная и сосна сибирская встречаются здесь в меньшем количестве (4,3...4,4 и 4,1...3,0 %), и состояние их значительно хуже, особенно сосны обыкновенной (3,6...3,7 балла).

Кустарников в озеленении, как правило, менее 1 %. В основном это кустарниковые виды ив: корзиночная (*Salix viminalis* L.), черничная (*S. myrtilloides* L.), грушанколистная (*S. pyrolifolia* Ledeb.), розы майская (*Rosa majalis* Негтм.), иглистая (*R. acicularis* Lindl.). На севере в озеленении хорошо зарекомендовала себя ольха кустарниковая (*Alnus fruticosa* Rupr.): хороший рост, развитие, самый высокий балл санитарного состояния, весьма декоративна, но встречается в озеленении пока единично, только в Губкинском и Тарко-Сале.

Средний возраст озеленительных посадок на момент их обследования был 2–3 года в Губкинском, 3–4 – в Лангепасе, 10 ... 15 в Нижневартовске и Сургуте, 15 ... 20 лет в Тарко-Сале. Самый хороший рост и состояние имеют посадки в Нижневартовске и Тарко-Сале: выше балл санитарного состояния, лучше биометрические показатели (см. таблицу). Одна из причин – возраст посадок. В Нижневартовске и Тарко-Сале они старше, тогда как в молодых городах Губкинском и Лангепасе в среднем лет на 10 младше. Кроме того, Тарко-Сале и Нижневартовск располагаются в основном на естественных почвах, вполне пригодных для неприхотливых местных пород, тогда как Лангепас и Губкинский – на насыпных песках, малопригодных без применения мелиорации.

При создании зеленых насаждений хорошего роста и высокого качества важна плотность, или густота посадок. Показатель плотности зависит от природно-климатической зоны и функционального назначения объекта. Для городов северной зоны он должен составлять: для уличных посадок – 300 шт./га деревьев и 1800 шт./га кустарников, при озеленении жилых районов соответственно 150 и 1500 шт./га, для территорий детских садов и школ – 125 и 1800 шт./га [1]. На наш взгляд, эти показатели несколько занижены, если учесть низкую приживаемость растений и плохое качество посадочного материала. Но в настоящее время во всех городах севера Западной Сибири плотность посадок неоправданно завышается: от 800 до 2500 шт./га деревьев. В таких загущенных посадках растения не могут нормально развиваться, в дефиците находятся и свет, и питательные вещества, количество которых в местных почвах незначительно.

Состояние плоскостных элементов озеленения – газонов в обследованных городах в основном неудовлетворительное. Главная причина заключается в неблагоприятных для газонных трав почвенных условиях. В большинстве обследованных городов распространены либо низкоплодородные подзолистые, либо переувлажненные глеевые, болотные почвы, либо насыпные пески. Для создания качественных газонов требуется плодородный почвенный субстрат, приготовленный на основе раскисленного торфа с добавлением минеральных удобрений. В ассортимент газонных трав, помимо злаков, рекомендуется вводить двудольные растения, такие как клевер ползучий белый и розовый, почвопокровные лапчатку гусиную, спорыш.

В цветочном оформлении, элементами которого являются традиционные клумбы, рабатки, вазоны, последнее время довольно широко используются однолетние виды: тагетес, календула, агератум, сальвия, петуния и др. (всего до 15 видов), редко двулетние и многолетние цветочные культуры как корневищные, так и луковичные. Однако исследования ученых Сургутского университета показали, что в условиях Сургута обладают хорошей устойчивостью такие мелколуковичные, как мускари, сцилла, пушкиния [7]. Введение многолетников в озеленение северных городов Сибири обогатит цветовую палитру города и добавит декоративные цветочные акценты в конце весны – начале лета, когда еще не цветут многолетние виды. В последние годы в Ханты-Мансийске, Сургуте, Лангепасе появились интересные варианты цветочного оформления преимущественно из однолетних, но с использованием декоративно-лиственных видов.

Анализ состояния городских зеленых насаждений показал, что для успешного ведения зеленого хозяйства в северных городах Западной Сибири необходимо уделить внимание следующим вопросам.

1. В связи со спецификой и неоднородностью природно-климатических и эдафических условий Западной Сибири следует разработать научно обоснованные рекомендации по зеленому строительству для отдельных городов или регионов Западной Сибири. Озеленительные работы должны проводиться согласно перспективному плану озеленения города как составной части его генерального плана.

2. Для городских посадок надо использовать только стандартный качественный крупномерный посадочный материал, желательный выращенный в местных питомниках, где должны быть отделы по интродукции растений. В проектах питомников декоративных растений, выполненных для г. Нижневартовска и Ханты-Мансийска, где автор статьи является соавтором, такие отделы запроектированы. Интродукция и акклиматизация растений позволяют значительно расширить ассортимент декоративных древесных и кустарниковых видов. Уже в настоящее время можно вводить в ассортимент северных городов Западной Сибири такие декоративные виды кустарников, как спирея березолистная (*Spiraea betulifolia* L.) и иволистная (*S. salicifolia* L.), сирень венгерская (*Syringa Josikaea* Jacq.) и обыкновенная (*S. vulgaris* L.), жимолость обыкновенная (*Lonicera xylosteum* L.) и татарская (*L. tatarica* L.), курильский чай кустарниковый (*Dasiphora fruticosa* L.) и другие виды, конкретные для каждого города или региона.

3. Зеленые насаждения следует создавать согласно разработанным научно обоснованным технологическим картам для конкретного города или региона Сибири, при этом больше внимания надо уделять созданию плодородного субстрата для газонов и цветников и подсыпке его в посадочные ямы, особенно на насыпных песчаных грунтах.

4. При создании городских систем озеленения необходимо максимально использовать ландшафты городских лесов, площадь которых значительна, а расположение, как правило, очень удобно. Но потребуется их благоустройство, приведение в определенную архитектурно-планировочную композицию по возможности в виде лесопарков, дендросадов, зон загородного отдыха и пикниковых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Боговая И.О.* Озеленение населенных мест / И.О. Боговая, В.С. Теодоронский. – М.: Агропромиздат, 1990. – 234 с.
2. *Мамаев С.А.* Озеленение городов и поселков нефтегазодобывающих районов Среднего Приобья / С.А. Мамаев, И.И. Шилова, В.И. Шабуров. – Свердловск, 1978. – 50 с.
3. *Назаревский О.Р.* Карты оценки природных условий жизни населения СССР (методические приемы составления) / О.Р. Назаревский // Ресурсы, среда, расселение. – М.: Наука, 1974. – С. 189–198.
4. Обзор « О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа в 1997 году» / Государственный комитет РФ по охране окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа. – Ханты-Мансийск, 1998.
5. Обзор состояния окружающей среды города Сургута 1993 – 2003 гг. – Сургут: Дефис, 2003. – 148 с.
6. *Таран И.В.* Рекреационные леса Западной Сибири / И.В.Таран. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. – 227 с.
7. *Турбина И.Н.* Исследование интродукционных возможностей мелколуковичных в условиях города Сургута / И.Н. Турбина, Л.В. Алехина // Биологические ресурсы и природопользование: сб. науч. тр. – Сургут: Дефис, 2003. – Вып. 6. – С. 101–108.

8 Хромов Ю.Б. Ландшафтная архитектура городов Сибири и Европейского Севера / Ю.Б. Хромов. – Л.: Стройиздат, 1987.

T.B. Srodnykh

**State of Settlement Gardening in Towns in the North
of Western Siberia**

The inspection of green plantations of several towns in Western Siberia was carried out. The peculiarities of settlement gardening systems were revealed, the assortment and state of trees and gardens were studied and recommendations were provided for settlement gardening.

УДК 630*52:630*174.754

***В.А. Усольцев, Н.С. Ненашев, Е.В. Белоусов, С.В. Залесов,
А. А Терин, Г.Г. Терехов, В.В. Терентьев***

Усольцев Владимир Андреевич родился в 1940 г., окончил в 1963 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Уральского государственного лесотехнического университета, заведующий лабораторией экологии и биопроductивности растительных сообществ Ботанического сада УрО РАН. Имеет 300 печатных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности лесов.



Ненашев Николай Сергеевич родился в 1981 г., окончил в 2003 г. Омский государственный агроуниверситет, аспирант Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 10 печатных работ по оценке фитомассы и запасов углерода в лесных насаждениях.



Белоусов Евгений Владимирович родился в 1980 г., окончил в 2003 г. Омский государственный агроуниверситет, аспирант Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 13 печатных работ по оценке биологической продуктивности лесов.



Терин Александр Алексеевич родился в 1951 г., окончил в 1977 г. Брянский технологический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, директор Суходожского лесхоза Свердловской области. Имеет 8 печатных работ по экологии лесов и биопроductивности насаждений.



Терехов Геннадий Григорьевич родился в 1948 г., окончил в 1971 г. Уральский государственный лесотехнический университет, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией искусственного лесовосстановления Ботанического сада УрО РАН. Имеет 80 печатных работ по вопросам создания, формирования и оценки биопроductивности лесных культур.



Терентьев Виталий Викторович родился в 1981 г., окончил в 2003 г. Уральский государственный лесотехнический университет, аспирант УГЛТУ. Имеет 12 печатных работ по оценке биологической продуктивности лесов.



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ КУЛЬТУР СОСНЫ УРАЛА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ*

По материалам 23 пробных площадей в культурах сосны обыкновенной Свердловской, Челябинской и Омской областей определена надземная фитомасса 190 модельных деревьев, регрессионным методом рассчитаны ее фактические запасы на 1 га. Сопоставление фитомассы выполнено по многофакторным уравнениям с блоками фиктивных переменных, которыми закодирована принадлежность культур к конкретному региону.

Ключевые слова: фитомасса культур, региональные закономерности, регрессионный анализ, фиктивные переменные.

Исследования биологической продуктивности лесов имеют характерную особенность – недостаточную представленность фактических данных о видовом и экологическом многообразии, что объясняется высокой трудоемкостью их получения на пробных площадях. Этот факт диссонирует с необходимостью глобальных обобщений биологической продуктивности в расчетах углеродного цикла и углерододепонирующего потенциала лесов, особенно с учетом усиления антропогенного воздействия на лесные экосистемы и возрастания доли лесных культур в лесном фонде.

Степень прогресса в изучении биологической продуктивности лесов определяется главным образом наличием фактических данных о биологической продуктивности по полному видовому и экологическому спектрам. Для культур сосны в разных природных зонах Урало-Западносибирского региона эти данные были представлены единичными работами [1, 6], что затрудняло их сравнительный анализ.

Структура фитомассы культур сосны изучена в трех областях: Свердловской (Сухоложский и Билимбаевский лесхозы), Челябинской (Катав-Ивановский лесхоз, данные взяты из опубликованных материалов [1]) и Омской (Саргатский лесхоз).

Билимбаевский лесхоз расположен в Первоуральском районе Свердловской области на расстоянии 50 км к западу от г. Екатеринбурга. Лесопокрываемая площадь представлена горными лесами. По лесорастительному районированию Б.П. Колесникова [3], территория лесхоза отнесена к подзоне южно-таежных лесов, приурочена к Среднеуральской, западная часть – к Предуральской горной провинции. Высота над уровнем моря 330 м. Климат континентальный, средняя годовая температура +0,3 °С, абсолютный максимум +37 °С, абсолютный минимум – 46 °С, количество годовых осадков

* Работа поддержана РФФИ, грант № 04-05-96083-Урал.

513 мм, продолжительность вегетационного периода 109 дн. Почвы темно-серые среднеподзоленные, серые лесные, горно-лесные бурые, дерново-луговые глеевые и торфяно-болотные. Преобладают коренные формации темнохвойных и темнохвойно-сосновых лесов. Сосна занимает 32 % лесопокрытой площади. Средний класс бонитета II, средняя полнота 0,7, средний возраст 67 лет.

Сухоложский лесхоз находится в Сухоложском и Богдановичском административных районах Свердловской области на границе подзон южной тайги и лесостепи (57° с.ш. и 62° в.д.), в 120 км к востоку от Екатеринбурга. Согласно лесорастительному районированию [3], территория лесхоза относится к сосново-березовому предлесостепному округу Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области. В общей покрытой лесом площади 86,5 тыс. га на долю сосны приходится 48 %. Исследования проводили в Винокурском лесничестве, в зоне крупнейшей в стране Рефтинской ГРЭС, работающей на многозольных экибастузских углях. Содержащиеся в зольных выбросах микроэлементы способствовали раскислению почв, что привело к повышению их плодородия и класса бонитета сосновых древостоев с II,3 в 1970 г. до I,8 в 2000 г. Если в 1970 г. на долю сосняков Ia–I классов бонитета приходилось 18 % общей площади под сосной, то в 2000 г. этот показатель составил уже 44 %. Идет интенсивное задернение почв. Стал преобладать разнотравный тип леса, доля которого в общей площади за упомянутый период возросла с 37 до 55 % [5]. Лесные культуры занимают площадь около 10 тыс. га, из них 90 % – сосна. Лесистость территории 45 %, средняя полнота сосняков 0,74, средний возраст 68 лет.

Катав-Ивановский лесхоз находится в 300 км к западу от Челябинска, на западном склоне Южного Урала, в поясе небольших сглаженных хребтов, входит в горно-таежный лесохозяйственный район [3]. Для территории характерна вертикальная поясность с преобладанием в нижней части (до 900 ... 1000 м) сосновых, елово-пихтовых и лиственных лесов с разнообразным растительным покровом. Основная территория расположена в средней части склона Уральских гор. Климат континентальный, средняя годовая температура $+1,1^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум $+36^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум -48°C , среднегодовая сумма осадков 571 мм, продолжительность вегетационного периода 160 дн. Основной процесс почвообразования подзолистый, однако во многих местах почвы образуются из остатков травяного покрова. Общая площадь лесного фонда лесхоза – 158 тыс. га, в том числе покрытая лесом – 144,5, лесные культуры – 5,6 тыс. га. Преобладающая порода – сосна обыкновенная, занимающая 34,2 тыс. га, или 24 %. На сосновые молодняки приходится 8,4 тыс. га, или около четверти всей площади сосняков. Классы возраста сосны IV и V, средний класс бонитета сосны II, средняя полнота 0,7, средний возраст 72 года. Преобладают вейниково-разнотравный и ягольниковый типы леса.

Саргатский лесхоз расположен на территории Саргатского административного района Омской области, в левобережье р. Иртыша, на расстоянии 110 км к северу от г. Омска, в Ишимо-Тюменском сосново-березовом лесостепном округе, входящем в зону остепненных лесов [4]. Южная и центральная части лесхоза относятся к центральной лесостепи, северная – к северной лесостепной зоне. Климат района резко континентальный, средняя температура +0,28 °С, абсолютный максимум +38 °С, абсолютный минимум – 40 °С, годовое количество осадков 400 мм, длительность вегетационного периода 160 дн.

Рельеф равнинный, с незначительным превышением над уровнем моря (100 ... 120 м) и постепенным уклоном к р. Иртыш. По гривам распространены серые лесные почвы, по западинам – солоды и солонцы, занимающие соответственно 60, 34 и 6 % лесных земель. Лесистость 15,3 %. Основные лесообразующие породы – береза и осина, соответственно 57 и 14 % площади лесных земель. Сосна представлена лишь культурами, которыми занято 29 % площади лесных земель, средний класс бонитета II, полнота 0,7. Возраст культур 20...30 лет, но имеются посадки 60-летней давности в отличном состоянии.

Фитомассу культур определяли на 23 пробных площадях, 190 модельных деревьях, взятых по ступеням толщины в количестве 7 ... 10 на пробе. Для закладки пробных площадей подбирали наиболее сохранившиеся участки культур, без прогалов, окон. После рубки деревьев измеряли их длину, протяженность бессучковой части, диаметр ствола у основания кроны. Ствол делили на секции длиной 0,5 или 1,0 м в зависимости от его размеров. На середине секций и на высоте груди определяли диаметры ствола в коре. В каждом сечении выпиливали, затем обмеряли шайбу в коре и без коры, отделяли кору, взвешивали древесину и кору до и после сушки до абс. сухого состояния. По полученным данным рассчитывали массу древесины и коры в свежем и сухом состоянии, общую массу и базисную плотность ствола.

Крону после обрубки делили вдоль на три равные секции и каждую взвешивали с точностью 50 г на весах грузоподъемностью 10 ... 20 кг. Затем у каждой секции секаторами отделяли древесную зелень – охвоенные побеги толщиной 0,4 ... 0,8 см, оставшийся скелет кроны вновь взвешивали. Долю хвои в древесной зелени определяли по навескам, взятым в средней части каждой секции кроны, и по ним рассчитывали массу хвои всего дерева. Запасы фитомассы на 1 га по фракциям рассчитывали регрессионным методом с использованием перечетных ведомостей. Таксационные показатели пробных площадей и фактические данные о структуре надземной фитомассы приведены в табл. 1.

Интересно сопоставить данные о фитомассе в исследованных лесхозах в целях выявления возможности их экстраполяции на другие области региона. Фактические данные о фитомассе культур (табл. 1) варьируют не только по природным подзонам (лесхозам), но и с возрастом древостоев.

Таблица 1

оз- раст, лет	Средние		Густота, экз./га	Площадь сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га	Класс боните- та	Фитомасса, т/га				
	высота, м	диаметр, см					Ствол в коре	ора ствола	етви	воя	того
Билимбаевский лесхоз											
5	,1	,4	766	0,5	05	I	6,6	,5	,0	,4	7,0
8	1,0	0,0	673	6,7	99	I	2,2	,3	2,5	,8	09,5
7	4,3	2,3	400	0,4	88	I	40,9	0,0	1,4	,3	59,6
7	6,7	6,4	643	4,7	90		42,3	1,3	4,5	,9	63,7
Сухоложский лесхоз											
15	5,55	7,2	2592	10,7	34,8	I	11,5	2,16	6,49	5,98	24,0
18	7,71	7,4	6045	26,3	107	I	36,8	6,05	8,09	10,6	55,5
26	8,60	10,0	3396	26,6	166	II	42,8	5,72	12,8	10,4	66,0
29	12,2	12,1	2733	31,6	207	I	71,1	7,21	10,7	8,48	90,3
32	16,6	12,5	3944	48,4	452	Ia	147,2	13,5	18,1	9,39	174,7
Катав-Ивановский лесхоз											
10	2,5	3,3	2260	1,91	6,3	II	5,01	-	2,51	3,95	11,5
15	3,8	4,5	3100	4,93	9,1	II	7,31	-	2,05	2,63	12,0
20	13,6	7,3	1415	5,92	30,9	III	24,7	-	5,90	4,77	35,4
30	15,2	12,6	1524	19,0	87,1	II	74,2	-	5,26	4,17	83,6
40	17,6	15,7	1040	20,1	202	II	162,0	-	12,9	5,58	180,5
Саргатский лесхоз											
Возрастной ряд											
10	4,5	5,7	2264	5,8	17,9	Ia	6,14	2,03	2,06	3,38	11,58
21	10,4	11,0	2945	28,1	143,0	Ia	48,89	5,84	10,39	7,16	66,44
30	14,8	15,6	1925	36,6	282,0	Ia	88,31	8,71	8,23	8,04	104,58
40	16,6	15,6	1836	34,9	317,6	I	110,24	7,81	11,87	10,56	132,67
50	18,7	18,4	1603	42,8	288,5	I	113,39	7,81	12,55	9,33	135,27
Эдафический ряд											
20	10,2	10,1	2636	21,0	132,4	Ia	40,86	4,30	12,66	10,58	64,10
20	8,9	12,3	1873	22,1	88,9	I	37,78	4,30	18,78	16,03	72,59
20	6,8	9,9	2129	16,5	50,9	II	22,29	2,84	9,05	8,48	39,82
20	5,1	8,2	1794	9,5	27,1	III	10,76	1,49	2,90	8,85	22,51

Но поскольку зависимость от возраста существенно выше, нами выполнено сопоставление на этом уровне:

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln A, \quad (1)$$

где P_i – фитомасса в абс. сухом состоянии i -й фракции древостоя (стволов, ветвей, хвои и общая надземная), т/га;

A – возраст древостоя, лет.

Сопоставление выполнено с использованием блока фиктивных переменных (X_1, X_2, X_3) [2], которым приданы следующие значения: для Билимбаевского лесхоза $X_1 = 0, X_2 = 0, X_3 = 0$; для Сухоложского – $X_1 = 1, X_2 = 0,$

$X_3 = 0$; для Катав-Ивановского – $X_1 = 0, X_2 = 1, X_3 = 0$ и для Саргатского – $X_1=0, X_2=0, X_3=1$. Рассчитаны уравнения

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln A + a_2 X_1 + a_3 X_2 + a_4 X_3, \quad (2)$$

характеристика которых включает не только значения констант a_0, a_1, a_2, a_3 и a_4 , но и показатели их значимости по Стьюденту. Если для i -й фракции фитомассы показатель значимости $t_{\text{факт}}$ какой-либо из констант a_2, a_3 или a_4 оказывается более $t_{0,05} = 2,0$, то возрастной тренд фитомассы соответствующего региона (лесхоза) достоверно отличается от тренда для Билимбаевского лесхоза, закодированного нулевыми значениями всего блока (X_1, X_2, X_3).

Полученные зависимости на статистически значимом уровне подтверждают увеличение (все константы a_1 при $\ln A$ имеют знак плюс) всех фракций надземной фитомассы в исследуемом возрастном диапазоне на уровне $t_{0,05}$, а именно для массы стволов, ветвей, хвои и общей надземной $t_{\text{факт}}$ составили соответственно 10,5; 5,9; 3,6 и 9,8, что существенно выше 2,0.

Расчет по уравнению (2) показал, что на уровне значимости t_{05} возрастные тренды фитомассы для сосны Сухоложского, Катав-Ивановского и Саргатского лесхозов достоверно не отличаются от аналогичного тренда для Билимбаевского лесхоза (значимость всех блоковых переменных меньше 2,0), но по массе ветвей и хвои различия для некоторых лесхозов достоверны.

При сопоставлении фитомассы культур разных регионов по формуле (1) учитывается влияние возраста древостоя, но остается неучтенным совокупный эффект региональных природных, в том числе эдафических, факторов, особенностей создания и формирования культур, а также их морфоструктуры.

Чтобы при региональном сопоставлении учесть влияние на фитомассу не только возраста, но и морфоструктуры древостоя, в расчетное уравнение (2) кроме возраста включены также средний диаметр (D , см) и густота (N , тыс. дер./га), все значимые на уровне t_{05} :

$$\ln P_i = a_0 + a_1 \ln A + a_2 \ln D + a_3 \ln N + a_4 X_1 + a_3 X_2 + a_4 X_3. \quad (3)$$

В этом случае можно предположить, что региональные различия фитомассы культур одинакового возраста определяются в первом приближении природными особенностями регионов и спецификой создания культур, что находит косвенное выражение в их морфоструктуре. Эти различия более наглядно можно представить не в аналитической, а в табличной форме путем построения дифференцированных по лесхозам возрастных трендов фитомассы с учетом возрастной динамики морфоструктуры древостоев. Для построения таких таблиц рассчитана вспомогательная рекурсивная система уравнений [5]:

$$\begin{aligned} \ln D &= a_0 + a_1 \ln A + a_2 X_1 + a_3 X_2 + a_4 X_3 \rightarrow \\ \rightarrow \ln N &= a_0 + a_1 \ln A + a_2 \ln D + a_3 X_1 + a_4 X_2 + a_5 X_3 \rightarrow \\ \rightarrow \ln P_i &= a_0 + a_1 \ln A + a_2 \ln D + a_3 \ln N + a_4 X_1 + a_3 X_2 + a_4 X_3. \end{aligned} \quad (4)$$

Расчет по уравнениям (4) показал, что на уровне значимости t_{05} возрастные тренды фитомассы для сосны Сухоложского, Катав-Ивановского и Саргатского лесхозов, как и при использовании уравнения (2), достоверно не отличаются от аналогичного тренда для Билимбаевского лесхоза (значимость всех блоковых переменных меньше или равна 2,0), но по отдельным фракциям различия для некоторых регионов достоверны.

Система уравнений (4) протабулирована в последовательности, показанной стрелками: вначале по задаваемым значениям возраста A для каждого из четырех регионов (лесхозов) рассчитан средний диаметр стволов D , с подстановкой блоковых переменных. На втором этапе по значениям возраста A и среднего диаметра стволов D определена густота N , на третьем этапе по значениям A , D и N – фракционный состав фитомассы древостоев в возрастной динамике.

Табл. 2 дает примерные возрастные тренды фитомассы культур сосны четырех регионов с учетом региональных особенностей возрастной динамики среднего диаметра и густоты.

В числовом выражении общая надземная фитомасса культур в Сухоложском лесхозе на 17 % ниже, чем в Билимбаевском, но фитомасса хвой, напротив, на 40 % выше. Поскольку те и другие культуры расположены в одной и той же природной подзоне, то эти различия скорее всего объясняются промышленными загрязнениями лесов в Сухоложском лесхозе.

Культуры Катав-Ивановского лесхоза, как и Билимбаевского, произрастают в подзоне южной тайги, но значительно выше, в результате чего, по-видимому, общая фитомасса, в том числе масса хвой, в первом случае на 30 ... 40 % ниже.

Саргатский лесхоз, в отличие от остальных, расположен в подзоне лесостепи, в условиях дефицита влагообеспечения. Поэтому фитомасса культур одного и того же возраста здесь меньше, чем в самых низкопродуктивных культурах Катав-Ивановского лесхоза.

Таким образом, выявленные различия фитопродуктивности культур, произрастающих в трех административных областях, в разных природных подзонах, могут быть обусловлены как природными (почвенно-

Таблица 2

**Возрастная динамика фитомассы культур сосны
в абс. сухом состоянии по природным подзонам**

Возраст, лет	Диаметр, см	Густота, тыс. экз./га	Надземная фитомасса, т/га			
			Ствол в коре	Ветви	Хвоя	Итого
Билимбаевский лесхоз (южная тайга)						
15	7,47	2,48	21,70	4,64	5,68	32,0
25	11,99	2,02	69,92	8,06	6,37	84,3
35	16,36	1,76	151,12	11,59	6,88	169,6
45	20,65	1,59	268,75	15,20	7,28	291,2
Сухоложский лесхоз (южная тайга)						
15	6,43	4,24	16,90	6,62	7,98	31,5
25	10,32	3,45	54,46	11,50	8,95	74,9
35	14,09	3,01	117,72	16,55	9,66	143,9
45	17,78	2,72	209,35	21,71	10,22	241,3
Катав-Ивановский лесхоз (горная южная тайга)						
15	5,51	1,97	12,52	3,29	3,82	19,6
25	8,84	1,60	40,35	5,71	4,28	50,3
35	12,07	1,40	87,21	8,21	4,62	100,0
45	15,23	1,26	155,10	10,77	4,89	170,8
Саргатский лесхоз (лесостепь)						
15	5,60	4,49	11,06	4,96	6,85	22,9
25	8,98	3,66	35,64	8,61	7,69	51,9
35	12,26	3,19	77,04	12,38	8,29	97,7
45	15,47	2,88	137,00	16,24	8,78	162,0

климатические условия), так и антропогенными (технология посадки культур и ухода за ними, промышленные загрязнения) факторами. Изложенные результаты являются предварительными, необходимы дальнейшие исследования в пределах Уральско-Западносибирского региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аткина Л.И.* Структура надземной фитомассы естественных молодняков и культур сосны Челябинской области / Л.И. Аткина, О.А. Петелина // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития. – Брянск: БГИТА, 2002. – Вып. 3. – С. 3–6.
2. *Дрейпер Н.* Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Статистика, 1973. – 392 с.
3. *Колесников Б.П.* Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области / Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. – 176 с.
4. *Крылов Г.В.* Лесорастительное районирование Сибири / Г.В. Крылов // Изв. Томск. отд-ния Всерос. бот. общ-ва. – Новосибирск, 1959. – Т. 4. – С. 115–149.
5. *Терин А.А.* Состояние сосновых насаждений и перспективы их хозяйственного использования после подсадки в Среднем Зауралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.А. Терин. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. – 21 с.

6. Усольцев В.А. Органическая масса культур сосны обыкновенной в разных природных зонах / В.А. Усольцев и [и др.] // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск: СибГТУ, 1999. – С. 16–24.

*V.A. Usoltsev, N.S. Nenashev, E.V. Belousov, S.V. Zalesov, A.A. Terin,
G.G. Terekhov, V.V. Terentjev*

**Comparative Analysis of Top Phytomass of Pine Cultures
in the Urals and Western Siberia**

The top phytomass of 190 model trees has been determined based on the materials of 23 test areas in the cultures of Scotch pine of Ekaterininburg, Chelyabinsk and Omsk regions; its actual stock per 1 ha was estimated by the regression method. Comparison of phytomass was carried out based on multifactor equation with blocks of fictitious variables reflecting the cultures relation to the specific region.

УДК 630*187:630*5:630*6/.654

Н. В. Петухов, А. М. Невидомов

Петухов Николай Васильевич родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Брянский технологический институт, генеральный директор ФГУП «Поволжский леспроект», заслуженный лесовод России. Имеет более 10 печатных трудов в области лесоустroительного проектирования, оценки лесных ресурсов и организации лесного хозяйства.



Невидомов Алексей Михайлович родился в 1961 г., окончил в 1983 г. Горьковский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, действительный член Русского ботанического общества РАН, докторант Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 50 научных трудов и внедрений НИР в лесохозяйственное производство.



СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕСНОЙ ТИПОЛОГИИ В ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ И ЕГО ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ

На примере разработанной и опробованной в лесоустройстве схемы типов леса и типов условий местопроизрастаний для Нижегородского Поволжья анализируется реализация генетических принципов уральской лесотипологической концепции.

Ключевые слова: тип леса, тип условий местопроизрастания, динамическая типология, генетическая классификация типов леса.

Учитывая вызванный антропо- и техногенными факторами беспрецедентный крупномасштабный и долговременный характер изменений в лесном фонде, сложившийся во второй половине прошлого столетия и продолжающий нарастающим итогом влиять на все формы изменения лесного покрова в настоящее время, современную лесную типологию нужно рассматривать только как динамическую [4, 10, 14]. При этом, как правильно отмечают П.Н. Датунишвили и др., динамическая типология оправдывает себя только тогда, когда в основе лежит генетическая классификация типов леса [3, с. 8]. Подобно тому, как в систематике растений закономерно шел процесс смены искусственных классификаций естественными, а затем филогенетическими, в синсистематике (систематике фитоценозов) также четко прослеживаются три основных этапа: искусственные таксационные классификации древостоев XIX в.; естественные фитотопологические [1, 12] и фитоценологические [15], а затем биогеоценотические [16] классификации типов леса, получившие наибольшее развитие в первой половине XX в.; и, наконец, генетические классификации, появившиеся во второй половине прошлого столетия.

На территории Волжско-Уральского региона, традиционно на протяжении всей второй половины XX в. и по настоящее время находящегося в зоне действия ФГУП «Поволжский леспроект», генетический принцип получил отражение в плане реализации идей уральской лесотипологической школы, становление которой связано с именем чл.-кор. АН СССР Б.П. Колесникова. Учитывая в своей классификации практическую необходимость формирования целевых хозяйств, Б.П. Колесников включил в тип леса вместе с коренным состоянием и все возрастные, все фитоценозы, последовательно сменяющиеся в определенном типе условий местопроизрастания [5, 7]. Поэтому тип леса в его формулировке – это крупное по объему и комплексное по содержанию понятие, исходящее из практических целей лесохозяйственного производства и представляющее собой этап или звено лесообразовательного процесса, протекающего в границах некоторого типа лесорастительных условий на территории определенного физико-географического региона за отрезок времени, равный продолжительности жизни минимум одного поколения лесообразующей древесной породы [7]. При этом для практического применения лесной типологии необходима иерархическая система классификационных единиц [5].

Низшей, но не основной, единицей генетической классификации является тип насаждений, равный по объему типу лесного биогеоценоза В.Н. Сукачева [16]. Тип насаждений – это по сути конкретная стадия восстановительно-возрастной динамики леса. Основными единицами выступают тип леса и лесная формация. В понятие тип леса важнейшей составной частью, определяющей своими качественными особенностями свойства целого, входит тип условий местопроизрастания. Синтетическим выражением отношений между типом леса и типом условий местопроизрастания является ход роста главной лесообразующей породы, который можно условно выразить через бонитет древостоя. Каждому типу леса как основной единице генетической типологии должна соответствовать собственная определенная система лесохозяйственных мероприятий, ставящая своей целью при данных экономических условиях наиболее полное и рациональное использование его лесоводственно-биологических свойств и лесорастительного эффекта неразрывно сопряженного с ним типа условий местопроизрастания. Отдельным же восстановительно-возрастным стадиям развития типа леса (т. е. типам насаждений, типам лесных биогеоценозов) должны отвечать отдельные виды лесохозяйственных мер, в совокупности составляющие вполне определенную систему. К ним относятся способы главных рубок (сплошные – СР, постепенные – ПР и т.д.) и лесовосстановления (естественное зарращивание – Е.з, лесные культуры – л/к), а также разнообразные рубки промежуточного пользования лесом.

Б.П. Колесников с учетом особенностей развития древостоев уточнил формулировку второй основной единицы генетической типологии: «Под лесной формацией следует понимать объединение типов леса, имеющих общую лесообразующую породу на всех стадиях возрастного и восстановительного развития их насаждений при обязательном преобладании ее в

древостое на стадии спелости господствующего поколения. Оценка степени преобладания должна проводиться по участию породы в сложении запаса древесной массы древостоя» [6, с. 288].

Предприятие «Поволжский леспроект» уже на протяжении трех десятилетий осуществляет лесоустройство на Урале на основании классической схемы лесорастительных условий и типов леса Б. П. Колесникова, Р. С. Зубаревой, Е. П. Смолоногова [8].

Дальнейшее влияние уральской лесотипологической концепции, обусловленное длительной совместной работой «Поволжского леспроекта» с лесной наукой Урала, нашло закономерное отражение в разработанной и опробованной лесоустройством схеме типов леса и типов условий местопроизрастания для Нижегородского Поволжья (см. таблицу).

Объемы основных единиц классификации (тип леса и лесная формация) здесь явно имеют генетическое содержание, поэтому логично вписываются в приведенные трактовки Б.П. Колесникова [6, 7]. При этом генетическая по своей сути схема типов леса дополнена классической динамической типологией вырубок акад. ВАСХНИЛ И.С. Мелехова [10].

Таким образом, генетический принцип нашел логическое завершение путем включения в каждом типе условий местопроизрастания всего цикла развития древостоев (т. е. типов вырубок и производных насаждений вместе с коренными) в один вполне определенный тип леса. Отсюда следует, что для правильной диагностики типов леса в генетической классификации очень важно точно определить тип условий местопроизрастания, под которым понимаются «участки территории, принадлежащие к сходным по топографическому положению и происхождению формам рельефа и характеризующиеся качественно однородным режимом комплекса природных факторов, обуславливающих однородный лесорастительный эффект» [5, с. 149]. Таким образом, тип условий местопроизрастания (ТУМ) в системе синтаксономических единиц Б.П. Колесникова [5] представляет собой единицу классификации лесорастительных условий, сопряженную с основной единицей генетической классификации – типом леса. Поэтому определение ТУМ только по эдафической сетке П.С. Погребняка [12] здесь явно недостаточно. Оно дает только интегральную оценку. Дифференциальная оценка дается по двум составляющим: положению в рельефе и почвенной разности. Поэтому в представленной схеме для каждого типа леса, кроме обобщенной оценки его по эдафической сетке П.С. Погребняка, приведены индивидуальные характеристики положения в рельефе и почвы, уточнить которые при натурной производственной таксации позволяет определенный набор видов растений-индикаторов как в живом напочвенном покрове, так и в подлеске. Не оставлен в таблице без должного внимания и такой важнейший элемент генетической диагностики типов леса, как молодые поколения древесных пород [2], поэтому для каждого типа леса здесь приведены характеристики подроста и процесса возобновления.

Типы леса и типы условий местопроизрастания Нижегородского Поволжья

№ п/п	Тип леса, тип условий местопроизрастания, класс бонитета	Средний состав насаждения	Положение в рельефе	Почва	Подрост	Подлесок	Покров		Возобновление	Производные насаждения	Тип вырубки	Способ рубок, способ лесовосстановления
							травяной	моховой, лишайниковый				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Лесная формация сосняки (Pineta)

1	Сосняк бело-мошный, сухой бор (A ₁ , A ₀), бонитет III (IV)	10С	Вершины дюнных всхолмлений	Слабоподзолистая песчаная сухая. Горизонт А ₁ отсутствует	Сосновый редкий угнетенный в микропонижениях	Отсутствует или редко ракитник, можжевельник	Кошачья лапка, толокнянка, овсяница овечья, в микропонижениях вереск	Сплошной из оленьего мха, пятнами лишайнициум Шребера	Плохое или отсутствует	Не образуются	Лишайниковый	ПР, СР, л/к, Е.з
2	Сосняк брусничный, свежий бор (A ₂), бонитет II – III	10С + Б 9С1Б	Возвышенный рельеф ровный или слегка волнистый	Слабоподзолистая, песчаная, свежая. П/почва – глубокие пески	Сосновый групповой густой благоприятный	Редкий: рябина, крушина, можжевельник, ракитник	Основной фон – хорошо развитая брусника, вейник, вереск, золотарник обыкновенный, плаун	Пятнами зеленые мхи, иногда покрывают 40...50 % площади, местами лишайник	Удовлетворительное сосной и березой	Березовый, бонитет II(III)	Вейниковый	ПР, СР, Е.з, л/к
3	Сосняк вересковый, свежий бор (A ₁ , A ₂), бонитет II – III	10С+Б	Пологие склоны дюн или ровные повышенные участки	Слабооподзоленная песчаная сухая или свежая	Редкий сосновый	Редкий: можжевельник, ракитник	Вереск, брусника, золотарник обыкновенный, вейник наземный	Пятнами: зеленые мхи, кладонии или отсутствуют	Удовлетворительное сосной и березой	Березняк вейниковый, бонитет II(III)	Вейниковый	ПР, СР, Е.з, л/к

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	Сосняк черничный, влажный бор (А ₃), бонитет II(III)	9С1Б+ Ос	Пониженные западины нижней части склонов. Микрорельеф бугристый или волнистый	Средняя и сильноподзолистая песчаная влажная с признаками оглеения. Грунтовые воды на глубине 1–2 м	Редкий, иногда средней густоты еловый, в окнах сосна, береза	Редкий: рябина, крушина, ива, реже можжевельник	Черника, на микровозвышениях брусника	Зеленые мхи, в понижениях кукушкин лен, иногда сфагнум	Удовлетворительное сосной и березой	Березовый, бонитет II (III); редко осинник, бонитет III (II)	Щучковый	ПР, СР, Е.з, л/к
5	Сосняк молиниевый, влажный бор (А ₃), бонитет II–III	8С2Б + Е,Ос, ель в I ярусе	Пониженные ровные участки с затрудненным стоком, неглубокие плоские западины, нижние части склонов	Сильноподзолистая или торфянистоподзолистая со следами оглеения	Редкий сосновый и березовый с примесью ели	Редкий: крушина ломкая, ива пепельная, рябина	Густой: молиния, черника, брусника, майник, седмичник, вейник тростнико-видный, орляк, вереск	Средней густоты или густой, иногда пятна сфагнума	Удовлетворительное сосной, березой	Березняки молиниевый и щучково-разнотравный, бонитет II, III	Щучковый	ПР, СР, Е.з, л/к
6	Сосняк долгомошный, сырой бор (А ₄), бонитет III(IV)	10С + Б, ед. Е	Плоские западины, окраины болот, иногда нижние части склонов, микрорельеф кочковатый	Сильноподзолистая песчаная, нер. с прослойками ортштейна, иногда торфянистая сырая с близким залеганием грунтовых вод	Редкий сосновый и с примесью березы и ели	Редкий: ива, крушина, иногда рябина	Кассандра, голубика, в понижениях багульник, пушица, на кочках черника, брусника	Кукушкин лен, на микровозвышениях зеленые мхи, в понижениях сфагнум	Удовлетворительное сосной, березой, после пожаров березой	Березовый, бонитет III(IV)	Долгомошный (щучковый)	СР, Е.з

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	Сосняк сфагновый, мокрый бор (A ₅), бонитет V (IV, Va)	10С, ед.Б	Заболоченные западины, микрорельеф кочковатый	Торфянистая или торфяно-глеевая песчаная, подстилаяемая песками. Грунтовые воды на поверхности или на глубине до 0,5 м	Редкий сосновый	Отсутствует или редкий из ивы	Осоки, подбел, пушица, кассандра, клюква, голубика, багульник	Сфагнум, на повышениях кукушкин лен	Удовлетворительное сосной	Не образуются	Сфагновый	СР, Е.з
8	Сосняк майниково-брусничный, свежая суборь (B ₂), бонитет I (II)	9С1Б+ +Ос,Е, иногда имеется II ярус из ели	Слабые возвышенности, ровное плато, пологие склоны	Слабо-подзолистая песчаная с примесью глинистых частиц, супесчаная, свежая	При наличии II яруса из ели редкий еловый. При отсутствии яруса густой и средней густоты еловый	Редкий: можжевельник, рябина, реже крушина	Брусника, майник, вейник лесной, орляк, земляника, герань, костяника, линнея, грушанка, овсяница, золотарник, черника	Средне и слабо развит, преобладают зеленые мхи	Неудовлетворительное березой из-за быстрого задержания	Березовый, бонитет I (Ia); осинные, бонитет II – III	Вейниковый	ПР, СР, Е.з, л/к
9	Сосняк орляковый, свежая суборь (B ₂), бонитет I–II	8С2Б+ +Ос, Е	Ровное плато, пологие склоны, слабые возвышенности	Слабо-подзолистая пылевато-песчаная или супесчаная свежая	Групповой сосновый и березовый	Редкий или средней густоты: можжеве – льник, крушина ломкая, рябина, иногда ракитник	Орляк, вейник тростниковидный, майник, ожика волосистая, черника, брусника	Редкие пятна зеленых мхов (гипнум, дикранум)	Удовлетворительное сосной, березой	Березняк орляковый, бонитет I (Ia)	Вейниковый	ПР, СР, Е.з, л/к

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	Сосняк липня- ковый, свежая суборь (В ₂), бонитет I(II)	8С2Б +Е, Ос	Ровное воз- вышенное плато	Дерново- подзолистая супесчаная свежая, грун- товые воды глубже 1,5 м	Редкий еловый	Средней густоты или густой с преоблада- нием липы, в меньшей мере жимолости, рябины, крушины, бересклета	Ландыш, земляника, копытень, грушанка, черника, медуница, реже орляк, брусника	Отсутствует или слабо выражен	Со сменой на мягко- лиственные	Березовые, осиновые, бонитет I, II	Злако- вый	СР, л/к
11	Сосняк травя- ной, свежая суборь (В ₂), бонитет I, II(III)	8С2Б, ед.Ос, Е, Л и Е иногда до 0,1	Пологие склоны или слегка пони- женные рав- нинные	Супесчаная и суглинистая дерново- подзолистая свежая и влажная, но без застоя воды	Редкий еловый, в окнах сосна, береза, осина, иногда отсутству- ет	Редкий: крушина ломкая, рябина	Черника, брусника и богатый травяной: майник, косяника, ландыш, седмичник, орляк, линнея	Зеленые мхи и ку- кушкин лен	Обычно со сменой на Б и Ос	Березняк, I – II (III); осинники, II – III	Злако- вый	СР, л/к
12	Сосняк майни- ково-чернич- ный, влажная суборь (В ₃), бонитет I(II)	I ярус: 8С1Ос 1Б II ярус: 10 Е, иногда отсутст- вует	Пониженное ровное, мик- рорельеф волнистый	Среднеподзо- листая супес- чаная с су- глинистыми прослойками	Еловый, обычно достигает II яруса	Редкий: крушина, рябина	Богатый: черника, брусника, майник, косяника, ландыш, седмичник, орляк, линнея	Зеленые мхи, ку- кушкин лен	Обычно со сменой на Б и Ос	Березовые, бонитет III	Щучко- вый	ПР, СР, Е.з, л/к

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	Сосняк осоко-сфагновый, мокрая суборь (B ₅), бонитет IV	7С3Б, ед. Е. Ель низко-рослая, обвешанная лишайником	Замкнутые котловины и окраины болот, микро-рельеф кочковатый	Торфянистая мокрая	Отсутствует или чахлый изели, березы, сосны	Отсутствует или редкий: крушина, ива ушастая, синеватая, лапландская, на кочках можжевельник	Осоки, голубика, подбел болотный, клюква, морошка, сабельник, росянка, вербейник обыкновенный, подмаренник болотный на буграх, иногда черника, брусника	Сплошной из сфагнума	С временной сменой на березу или без смены. Гари с выгоревшим торфом заболачиваются	Березовые, бонитет IV–V	Сфагновый долго-мошный (щучковый)	СР, Е.з
14	Сосняк липовый, свежая сурамень (С ₂), бонитет I–Ia (II)	7С1Е1Б 1Лп +Ос, ед. П. Липа может входить в основной полог	Ровное возвышенное плато и пологие склоны	Дерново-слабодзо-листая, легко-суглинистая, иногда с глинистыми прослойками или с близким залеганием суглинков	Редкий или Е	Средней густоты или густой с преобладанием липы, в меньшей доле жимолость, рябина, можжевельник, реже бересклет, крушина, клен	Ландыш, земляника, черника, грушанка, вейник лесной, сныть, копытень, звездчатка, пролеска двулистная, медуница, реже орляк, брусника	Отсутствует или изредка вне полога зеленые мхи	Удовлетворительное со сменой пород на березу и осину	Липовые, березовые, осиновые, бонитет I–II	Злаковый (снытевый)	СР, л/к

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	Сосняк дубовый, свежая сурамень (С ₂), бонитет I-Ia	8С1Д1Б +Ос или I ярус: 10С II ярус: Д и Лп	Надлуговые террасы и возвышенные места	Дерново-слабоподзолистая супесчаная или суглинистая	Дуб, редко сосна	Хорошо развитый: лещина, калина, клен, бересклет, липа	Богатый: сныть, звездчатка, медуница, пролеска, злаки	Отсутствует	Возобновляется порослевым дубом или со сменой на мягколиственные	Березовые, бонитет I-II; осиновые, бонитет II-I	Лещиновый (снытевый)	СР, л/к
16	Сосняк кисличный, влажная сурамень (С ₃), бонитет I-II	7С1Е1Б 10с, примесь Е и листовенных 1-5 ед. Иногда II ярус из Е	Ровное возвышенное плато, обычно на водоразделах, иногда верхние части пологих склонов	Дерново-слабо-средне-подзолистая супесчаная или легкосуглинистая	Средней густоты еловый, надежный, в окнах встречается сосновый подрост	Редкий: рябина, жимолость, крушина, реже бересклет, лещина, шиповник	Редкий или средней густоты. Преобладает кислица, майник, грушанка, черника в меньшей степени вейник лесной, костяника, сныть, ландыш, копытень, грушанка	Зеленые мхи	Со сменой на мягколиственные породы, иногда за счет подраста на ель	Березовые, бонитет I-II; осиновые, бонитет I-Ia; редко еловые II	Кипрейный, крупнотравный (снытевый)	ПР, СР, Е.з, л/к
17	Сосняк приручьевый, сырая суборь или сурамень (В ₄ , С ₄), бонитет III(II)	7С1Е 1Б10с	Склоны к ручьям и долинам ручьев	Дерново-слабоподзолистые песчаные и супесчаные с признаками оглеения	Редкий: ель, в окнах сосна, береза	Средней густоты или редкий: черемуха, смородина, липа	Богатый: сныть, лесной хвощ, папоротник, таволга	Отсутствует или слабо развит: кукушкин лен, по кочкам зеленые мхи	Со сменой на лиственные	Березовый, бонитет III	Таволговый	СР, Е.з

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Лесная формация ельники (Piceeta)												
18	Ельник брусничный, свежая суборь (В ₂), бонитет II–III	7Е2С 1Б 7Е2Б 1С	Пологие возвышенности и пологие склоны	Среднеподзолистая супесчаная или легкосуглинистая	Редкий, групповой еловый, иногда с примесью сосны	Отсутствует или редкий: рябина, можжевельник, крушина	Брусника, черника, грушанка, майник, костяника, на более богатых почвах редко кислица, звездчатка, ландыш	Зеленые мхи	Со сменой на мягколиственные. При наличии семенников с примесью сосны	Березовые, бонитет I, II; осиновые, бонитет I–III	Вейник	СР, ПР, л/к, Е.з
19	Ельник черничный, влажная суборь (В ₃), бонитет II(III)	8Е1С 1Б+Ос, примесь С и листовенных пород до 4 ед.	Пониженные равнины и нижние части склонов. Микро-рельеф волнистый или бугристый	Среднеподзолистая супесчаная или легкосуглинистая, часто с признаками оглеения	Редкий и средней густоты еловый, групповой	Отсутствует или редкий: рябина, крушина	Черника, грушанка, ландыш на более богатых почвах, переходных к С ₃ –С ₄ , на микровозвышенностях кислица, звездчатка, брусника	Кукушкин лен, в понижениях сфагнум, на возвышениях зеленые мхи, ярусный мох	Удовлетворительное, со сменой на мягколиственные	Осина, бонитет II; береза, бонитет II, I	Щучковый	ПР, СР, Е.з, л/к
20	Ельник долгомошный, сырая суборь (В ₄),	8Е2Б +С, при-	Ровные пониженные места, пл.	Среднеподзолистые супесчаные	Редкий еловый	Редкий: рябина, ива,	Осока шаровидная, хвощ	Кукушкин лен, в понижениях	Удовлетворительное, со-	Березовые, осиновые – бонитет III	Долгомошный	СР, Е.з

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	бонитет III(IV)	месь С до 4 ед.	западины окр. болот, нижняя часть склона, микро-рельеф кочковатый	или торфяно-подзолистые с глеевым горизонтом. Подпочва – глина		крушина, можжевельник, иногда отсутствует	лесной, грушанка, багульник, подбел, щучка, вейник ланцетный, на кочках черника, брусника	сфагнум, на кочках зеленые мхи	сменной на листовенные		(щучковый)	
21	Ельник сфагновый, мокрая суборь (B ₅), бонитет IV, V(Va)	8E1C 1Б, примесь С, Б неравномерная	Котловины, ровные низины, микро-рельеф кочковатый	Торфяно-глеяная суглинистая	Очень редкий или редкий еловый, в окнах примесь березы, сосны	Отсутствует или редкий из ивы	Хвоц, голубика, осоки, на кочках черника, брусника	Сплошной из сфагнума, на кочках кукушкин лен, редко зеленые мхи	Удовлетворительное, со сменной пород. Гари со сгоревшим торфом заболачиваются	Редко, березовые, сосновые, бонитет IV	Сфагновый	СР, Е.з
22	Ельник липовый, свежая сурамень (C ₂), бонитет I–II	6E 1П 1Б1Лп 1Ос, липа может входить в основной полог	Ровное, слегка возвышенное, пологие склоны	Средне- и слабо-подзолистая суглинистая	Групповой: ель, пихта, иногда с примесью осины и березы, в окнах, где нет густого подлеска липы, образует II ярус	Средней густоты или густой: липа, рябина, жимолость, крушина, бересклет, калина, смородина	Широколиственные травы, сныть, иногда костяника, кислица, майник, папоротник, седмичник	Отсутствует или слабо развиты зеленые мхи	Удовлетворительное со сменной, в основном на осину, редко на липу	Осина, береза, липа, бонитет I–II	Злаковый (снытевый)	ПР, СР, Е.з, л/к

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
23	Ельник липня- ковый, свежая сурамень (С ₂), бонитет II (I)	8E1П 1Б+Ос	Ровное, слегка возвышенное	Дерново- подзолистая суглинистая свежая	Группо- вой: ель, пихта, иногда с примесью березы и осины	Средней густоты или густой: ли- па, рябина, жимолость, крушина, бересклет, калина	Широколи- ственные травы, кис- лица, меду- ница, сныть, па- поротник, в понижениях черника	Слабо раз- виты зеле- ные мхи	Удовлетво- рительное со сменой на мягко- лиственные породы	Березовые, осиновые, бонитет II-I	Злако- вый	ПР, СР, Е.з, л/к
24	Ельник кислич- ный, влажная сура- мень (С ₃), бонитет I(II)	7E2Ос 1Б+П, ед.С, Лп	Возвышения на водоразде- лах и пологие склоны. Мик- рорельеф слабоволни- стый	Средне- подзолистая суглинистая, подстилаемая глинами	Редкий еловый с примесью пихты, липы в окраинах с примесью осины	Редкий: рябина, крушина, волчье лы- ко, жимо- лость, липа	Кислица, майник, папоротник, седмичник, борец, сныть, копытень, грушанка; реже вейник, группами черника	Зеленые мхи	Удовлетво- рительное, со сменой на мягко- листвен- ные, иногда за счет подроста – елью	Березовые, осиновые, бонитет I-II	Крупно- трав- ный, кипрей- ный, малин- никовый (сните- вый)	ПР, СР, Е.з, л/к
25	Ельник приручевый, сырая сура- мень (С ₄), бонитет III(II)	7E2Б 1Ол +Ос, Лп, примесь Л до 5 ед. Ель сбежи- стая, ветро- вальная	Долины ручь- ев, речек с проточным увлажнением	Дерново- подзолистая, торфянисто- глеевая, суг- линистая или супесчаная	Редкий, иногда средней густоты, группо- вой, редко с приме- сью липы, ольхи	Средней густоты или редкий, черемуха, смородина, рябина, липа	Богатый, преоблада- ют таволга, крапива, папоротник, реже сныть, лесной хвощ, зеленчук, недотрога, борец, ко- чедыжник	Отсутствует или слабо развит: кукушкин лен, редко сфагнум, по- кочкам зеленые мхи	За счет елового подроста или со сме- ной на мяг- колиствен- ные	Осиновые, ольховые, березовые, бонитет I-III	Тавол- говый	ПР, СР, Е.з

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
26	Ельник дубовый, свежая сурамень (D _{2,3} , C _{2,3}), бонитет I, II	7E1Д 2Ос+Б, Лп	Возвышенное плато и слабые повышения	Средне- и слабоподзолистые суглинки	Редкий: ель, дуб, липа	Густой: лещина, жимолость, бересклет, липа	Широколиственные травы	Отсутствует	Удовлетворительное со сменой на мягколиственные или за счет подроста	Березовые, осиновые, бонитет I–II	Снытевый	ПР, СР, Е.з, л/к

Лесная формация дубравы (Querceta)

27	Дубрава кленово-липово-снытевая свежая, свежая дубрава (D ₂), бонитет III	6Д2Ос 1Б1Лп	Повышенные водоразделы и пологие склоны	Серые лесные и дерново-подзолистые суглинистые или супесчаные, подстилаемые глинами	Редкий или средней густоты: липа, береза, дуб, местами клен, ясень	Средней густоты: рябина, лещина, бересклет бородавчатый, липа	Сныть, звездчатка, копытень, ясенник, колокольчик, ландыш, фиалка, щитовник, медуница	Отсутствует	Со сменой на мягколиственные	Лп, Кл, Ос, Б, бонитет II(I)	Снытевый	СР, л/к
----	---	----------------	---	---	--	---	---	-------------	------------------------------	------------------------------	----------	------------

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
28	Дубрава елово-липовая, влажная дубрава (D ₃), бонитет III	7Д2Е 1Б+Ос	Ровное	Серая лесная слабоподзолистая, суглинистая	Редкий: дуб, осина	Редкий: лещина, бересклет бородавчатый	Довольно богатый, в основном широколиственные травы	Отсутствует	Со сменой на мягколиственные	Лп, Б, Ос, Е, бонитет I–II	Кипрейный	СР, л/к
29	Дубрава кленово-липовая, папоротниковая, влажная дубрава (D ₃), бонитет II–III	8Д1Ос 1Б, ед. Лп, Кл, Вяз, Ил	Нижняя часть склонов	Серая лесная среднеподзолистая суглинистая	Групповой из дуба, березы, осины, ясеня	Средней густоты: лещина, бересклет, калина, крушина,	Густой: папоротники, сныть, копытень, ясменник,	Отсутствует	Смена на осину, березу и липу	Лп, Кл, Б, Ос, бонитет I–II	Таволговый	СР, л/к
29	Дубрава кленово-липовая, папоротниковая, влажная дубрава (D ₃), бонитет II–III	8Д1Ос 1Б, ед. Лп, Кл, Вяз, Ил	Нижняя часть склонов	Серая лесная среднеподзолистая суглинистая	Групповой из дуба, березы, осины, ясеня	Средней густоты: лещина, бересклет, калина, крушина, черемуха, смородина	Густой: папоротники, сныть, копытень, ясменник, чина, кислица, медуница, звездчатка, фиалка, гравилат лесной, крапива двудомная, герань	Отсутствует	Смена на осину, березу и липу	Лп, Кл, Б, Ос, бонитет I–II	Таволговый	СР, л/к

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
30	Дубрава пойменная таволговая, сырая дубрава (D ₄), бонитет III (II)	6Д2Б 2Ос+Е, Лп	Поймы рек	Дерново-луговая суглинистая	Редкий или средней густоты: дуб, береза, осина	Редкий или средней густоты: крушина, черемуха, ива, жимолость, шиповник, смородина	Широкотравные травы: борец, папоротник, таволга, крапива, сныть, герань, лютик, гравилат	Нет	Удовлетворительное, порослью дуба и мягколиственных пород	Ольха черная, березовые, осиновые, бонитет I–III	Осоковый	СР, Е.з
Лесная формация ольшаники (Alneta)												
31	Ольшаник, мокрый ольшаник (С ₅ , D ₅), бонитет II(III, I), при отсутствии торфяного слоя и заболачивания, бонитет I	7Ол ч. 3Б+Ос, примесь Б и Ос различная, иногда отсутствует	Заболоченные поймы и окраины болот со слабым стоком воды	Иловато-торфяная дерново-подзолистая, глеевая, суглинистая, торфяной слой до 10 см или отсутствует	Редкий: ольха, иногда с примесью березы и осины	Редкий: ива, иногда черемуха, липа	Сабельник, калужница, таволга, осока, по повышению встречаются сныть, кочедыжник, папоротник, крапива	Отсутствует	Порослевое ольхой, березой и осинной	Редкое березовое, бонитет II(III)	Осоковый	СР, Е.з
Лесная формация ивняки (Saliceta)												
32	Тальник пойменный, пойма (B ₃), бонитет III–IV(II)	10Ив	Пойма рек и речек	Различного механического состава	Отсутствует	Отсутствует	Редкий: луговые травы	Отсутствует	Удовлетворительное, порослевой ивой	Не образуются	Таволговый	СР, Е.з

Применение предложенной таблицы в процессе производственной таксации при лесоустройстве лесхозов Нижегородской области на порядок снизило систематическую ошибку таксаторов при натурном определении типа леса. Являясь синтетическим выражением системной связи всех таксационных показателей древостоя, в совокупности составляющих эдификаторную синузию лесного биоценоза, с условиями среды (биотопом), правильно диагностированный тип леса позволяет в процессе лесоустройства уточнить всю таксационную характеристику насаждений, исходя из накопленных знаний закономерностей строения древостоев, наметить эффективный способ хозяйственного воздействия.

При составлении таблицы мы стремились учесть различные лесотипологические школы и направления, что особенно актуально сейчас [14], когда в силу негативных экономических причин после распада СССР в странах СНГ отмечается некоторый спад интереса к лесотипологическим проблемам [13] и дефицит свежих лесотипологических разработок, отвечающих новым природно-экономическим условиям.

Опробованную лесоустройством в Нижегородском Поволжье схему типов леса и типов условий местопроизрастания мы можем рекомендовать для всех территорий Русской равнины с аналогичными лесорастительными условиями, тем более что именно Нижегородская губерния ранее уже явилась базовой моделью для разработки В. В. Докучаевым закона Мировой природной зональности, потому что на ее территории представлены почти все основные лесорастительные зоны Восточно-Европейской равнины. В этой связи сошлемся на положение Ю.И. Манько [9, с. 121] о том, что «...все типы леса фитоценологов, в которых древостой находится на стадии спелости или перестойности, будут характеризовать и типы леса в понимании Колесникова. Поэтому при достаточно подробных сведениях о древостое данные фитоценологов с успехом могут использоваться представителями школы Ивашкевича – Колесникова и наоборот».

Учитывая более чем вековой опыт исследования типов леса Нижегородского Поволжья, период идентификации коренных типов леса на стадиях спелости и перестойности можно считать завершенным. Первоочередными задачами современного этапа применения лесной типологии в лесоустройстве следует считать диагностику производных типов лесных биоценозов и, соответственно, уточнение стадий восстановительно-возрастной динамики в условиях перманентных антропогенных и техногенных факторов. При этом, прежде всего, необходимо по материалам массовой таксации, обработанным на ЭВМ, для каждого идентифицированного типа леса составить таблицы динамики таксационных показателей древостоев, т. е. эскиз хода роста, отражающего все стадии восстановительно-возрастного развития (типы лесных биоценозов, типы насаждений), последовательно сменяющиеся в данном типе условий местопроизрастания в процессе онтогенеза древостоев. Такого рода работа уже проводилась в Уральском НИЦ АН СССР [2], и ее можно предложить в качестве образца для составления аналогичных таблиц приложения к обсуждаемой в данной статье схеме типов леса и типов

условий местопрорастания Нижегородского Поволжья. В современных условиях недостаточного финансирования зачастую затруднены полномасштабные полевые работы, но благодаря компьютеризации производственного процесса качественно вырос уровень камеральных работ, что позволяет в ряде случаев проводить актуализацию накопленных баз данных.

При необходимости перехода к устойчивому управлению лесами в долинах рек Волжского бассейна представленное ФГУП «Поволжский леспроект» предложение о разработке и внедрении системы пойменного лесоводства [11] было включено в Резолюцию 5-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки», состоявшегося 20–23 мая 2003 г. в г. Нижнем Новгороде, поэтому обсуждаемую в данной статье схему идентифицированных коренных (климаксовых) типов леса Нижегородского Поволжья требуется дополнить условно-коренными (субклимаксовыми) типами долинных лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воробьев Д.В.* Типы лесов европейской части СССР / Д.В. Воробьев. – Киев: АН УССР, 1953. – 449 с.
2. Восстановительная и возрастная динамика таежных лесов Среднего Урала: сб. науч. тр. / ред. Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. – 160 с.
3. *Датунишвили П.Н.* Экологические основы организации хозяйства в горных лесах / П.Н. Датунишвили, Л.Б. Махатадзе, Ю.Д. Михайлов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
4. Динамическая типология леса: сб. науч. тр. / ред. И.С. Мелехов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 221 с.
5. *Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока / Б.П. Колесников // Тр. ДВФ АН СССР им. В.Л. Комарова. Сер. бот., т. 2 (4). – М.; Л.: АН СССР, 1956. – 261 с.
6. *Колесников Б.П.* Конспект лесных формаций Приморья и Приамурья / Б.П. Колесников // Академику В.Н. Сукачеву к 75-летию со дня рождения: сб. работ по геоботанике, лесоведению, палеогеографии и флористике. – М.; Л.: АН СССР, 1956. – С. 286–305.
7. *Колесников Б.П.* Генетический этап в лесной типологии и его задачи / Б.П. Колесников // Лесоведение. – 1974. – № 2. – С. 3–20.
8. *Колесников Б.П.* Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практ. руководство / Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 176 с.
9. *Манько Ю.И.* Ель аянская / Ю.И. Манько. – Л.: Наука, 1987. – 280 с.
10. *Мелехов И.С.* Лесоведение / И.С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 408 с.
11. *Невидомов А.М.* Разработка системы пойменного лесоводства как основы перехода к устойчивому управлению лесами в долинах рек Волжского бассейна / А.М. Невидомов, Н.В. Петухов // Международ. науч.-промышл. форум «Великие реки 2003»: генеральные докл., тез. докл. – Нижний Новгород: НГАСУ, 2003. – С. 124–126.

-
12. *Погребняк П.С.* Основы лесной типологии / П.С. Погребняк. – 2-е изд. испр. и доп. – Киев: АН УССР, 1955. – 456 с.
 13. *Савельева Л.И.* Совещание по лесной типологии / Л.И. Савельева // Лесоведение. – 1994. – № 2. – С. 90–91.
 14. Современные проблемы лесной типологии / ред. Л.П. Рысин. – М.: Наука, 1985. – 143 с.
 15. *Сукачев В.Н.* Краткое руководство к исследованию типов леса / В.Н. Сукачев. – М.: Новая деревня, 1927. – 16 с.
 16. *Сукачев В.Н.* Избранные труды. Т. 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии / В.Н. Сукачев. – Л.: Наука, 1972. – 418 с.

N.V. Petukhov, A.M. Nevidomov

Modern Stage of Using Forest Typology in Forest Organization and its Primary Tasks

The realization of genetic principles of the Urals concept in forest typology is analyzed based on the example of the scheme of forest types and types of stand growing conditions for Nizhegorodskoe Povolzhje developed and approved in forest organization.



УДК 630*221(470.5)

Э.Ф. Герц, Ю.Н. Безгина, В.В. Иванов, А.С. Залесов

Герц Эдуард Федорович родился в 1953 г., окончил в 1981 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии и оборудования лесопромышленного производства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 60 печатных работ в области технологии лесозаготовок и экологической оценки технологий рубок.



Безгина Юлия Николаевна родилась в 1976 г., окончила в 1998 г. Уральскую государственную лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет около 20 печатных работ в области лесопользования и устойчивого управления лесами.



Иванов Виктор Вячеславович родился в 1982 г., студент лесинженерного факультета Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 5 печатных работ в области экологических проблем лесопользования.



Залесов Алексей Сергеевич родился в 1977 г., окончил в 2000 г. Уральскую государственную лесотехническую академию, аспирант кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 15 печатных работ в области оптимизации рубок главного и промежуточного пользования.

**СИСТЕМА РУБОК
НА ЛЕСОТИПОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ
ДЛЯ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

Определены параметры несплошных рубок главного и промежуточного пользования, обеспечивающие формирование насаждения с рисками повреждения компонентов леса на уровне, не превышающем установленных лесоводственных требований.

Ключевые слова: выбор оборудования и технологии рубок, группы типов леса, повреждения компонентов леса.

Свойства насаждений диктуют возможность и предпочтительность использования отдельных лесозаготовительных машин, их систем и технологий лесосечных работ. Это влияние может быть прямым, когда один или несколько параметров насаждения предопределяют или исключают принятие варианта, или опосредованным, через способ рубки. Влияние характеристик насаждения на выбор параметров технологического процесса выражается, как правило, в виде экологических ограничений:

– повреждений плодородного слоя почвы и живого напочвенного покрова. Их величина определяется типом движителя и массой лесозаготовительной машины (ЛЗМ), числом ее проходов по волоку, способу перемещения лесоматериалов;

– повреждений деревьев, оставляемых на доращивание, и подроста. Величина и риски их возникновения зависят от густоты формируемого древостоя и подроста, их размещения по площади лесосеки, длины и способа перемещения лесоматериалов, а также места выполнения технологических операций;

– степени изреживания, в том числе путем сокращения густоты сети трелевочных волоков, что позволяет снизить повреждение почвы.

Таким образом, на выбор оборудования и технологии рубок по экологическим критериям при заданном способе рубок наибольшее влияние оказывают: характеристики почвогрунтов (пластическая деформация и уплотнение), породный состав и густота формируемого древостоя, густота и характер размещения подроста. Сочетание этих условий может быть задано в виде двухфакторного поля (см. таблицу). Повреждаемость грунтов оценена на основе характеристики почв и режима их увлажнения в соответствии с классификацией групп типов леса Уральского региона [5]. Все 7 выделенных групп типов леса соответствуют 5 градациям по режиму увлажнения. К 1-й и 2-й хозяйственным группам типов леса отнесены дренированные участки с крайне неустойчивым водным режимом, а к 6-й и 7-й группам – местоположения с устойчивым переувлажнением почв [6].

Степень изреживания соответствует условиям проведения рубок:

– сплошные рубки без сохранения и с сохранением подроста;

– выборочные рубки и прием постепенных рубок, предшествующий окончательному (густота формируемого древостоя 400 ... 600 шт./га);

Двухфакторное поле сочетания возможных грунтовых условий и характеристик рубок

Индекс устойчивости	Устойчивость почвогрунтов при их деформации	Густота формируемого древостоя, шт./га				
		0 (сплошная рубка)		400... 600	900... 1100	1500... 1700
		без подроста	с подростом			
1	Очень устойчивы	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
2	Устойчивы	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
3	Устойчивы, но легко разрушаемы	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
4	Малоустойчивы	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
5	Неустойчивы	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5

– проходные рубки, рубки обновления и переформирования высокой интенсивности (густота 900 ... 1100 шт./га);

– те же рубки низкой интенсивности (густота 1500 ... 1700 шт./га).

Вероятность беспрепятственной заготовки деревьев в древостоях различной густоты системой машин и манипуляторными ЛЗМ рассмотрена в работах [1-4].

Выбор технологии определяется: типом движителя ЛЗМ; максимальным числом проходов трелевочного трактора по пасечному волоку; проходимость и повреждаемостью почвогрунтов (необходимостью укрепления волока порубочными остатками); способом изреживания; шириной пасеки; видом (длиной) трелеваемых лесоматериалов и способом их захвата.

Для представленных в таблице условий рубок технологии должны удовлетворять ограничениям в соответствии с индексом устойчивости почвогрунтов и рекомендациям по применению систем машин и технологий для выполнения рубок с формированием насаждения различной густоты. Ниже приведены ограничения для всех пяти групп устойчивости почвогрунтов и рекомендации по применению систем машин и технологий для выполнения рубок с формированием насаждения различной густоты для насаждений с одним индексом устойчивости почвогрунтов.

1. Почвенные условия соответствуют 4-й (липняково-разнотравной) группе типов леса на хорошо дренированных возвышенностях и пологих склонах. На крутых склонах деформация почв возрастает.

Предпочтительна трелевка тракторами с колесными движителями. Допускаются гусеничные движители, предпочтительно в сосняках, с целью создать благоприятные условия для появления всходов сосны. Длину пасечных волоков ограничивают в весенний и осенний периоды, а также на склонных к эрозии крутых склонах, где волокни следует располагать поперек склона.

1.1. Сплошные рубки без сохранения подроста допускают использование продольно- и поперечно-ленточных технологий разработки пасек с трелевкой хлыстов и деревьев механизированной системой машин за вершину и за комель. Возможно применение узкозахватных валочно-трелевочных машин (ВТМ) флангового действия. ЛЗМ с грузонесущим манипулятором – валочно-пакетирующие машины (ВПМ) и валочно-сучкорезно-раскряжевочные (ВСРМ) могут работать по ленточным технологиям, обеспечивающим максимальную производительность.

1.2. При сплошных рубках с сохранением подроста механизированной системой машин с валкой бензиномоторной пилой допускается, как правило, трелевка хлыстов за вершину. Трелевку за комель выполняют только при глубоком снежном покрове и мелком подросте. Применение узкозахватных ВТМ флангового действия исключается. Разработка лент ВПМ возможна только с укладкой пачек деревьев «за собой». Работа ВСРМ целесообразна с укладкой сортиментов в пакеты на сортиментных полосах под прямым углом к волоку.

1.3. Выборочные рубки, приемы проходных рубок и валка деревьев бензиномоторными пилами заключаются в селективном изреживании с трелевкой хлыстов. При этом предпочтительно использовать оборудование, реализующее при формировании трелевочного пакета волочение лесоматериала с помощью шарнирно закрепленного на трелевочном механизме захвата или каната лебедки, установленной на трелевочном тракторе. При средне- и широкопасечной технологии целесообразно включение дополнительных технических средств для подтрелевки хлыстов или сортиментов к волоку. При включении в систему машин легкого трелевочного средства типа «железный конь» возможно селективное изреживание при разрубке средних и широких пасек с валкой деревьев под углом не более 30° к волоку в направлении трелевки.

Работа ЛЗМ с несущим манипулятором также допускает селективное изреживание, причем расстояние между рабочими позициями для ЛЗМ с вылетом манипулятора 9 м должно быть не более 3 м, а при вылете 13 м – не более 2 м. Возможно использование двух- и трехленточной технологий с устройством волока только на одной из пасек (центральной при трехленточной технологии).

1.4. При проведении проходных рубок высокой интенсивности, валке бензиномоторными пилами и трелевке хлыстов предпочтительны линейные и комбинированные варианты изреживания. Во всех вариантах, кроме линейного, с примыканием коридоров к волоку под углами до 30° , трелевка хлыстов исключается. При включении в систему машин легкого трелевочного средства типа «железный конь» для подтрелевки сортиментов к волоку можно выполнять селективное изреживание при разрубке средних и широких пасек.

Используя ЛЗМ с несущим манипулятором, допустимого уровня доступности и вероятности беспрепятственного выноса деревьев из древостоя можно достичь при условии освоения ленты древостоя шириной 1,8 R ЛЗМ с вылетом манипулятора 9 м при расстоянии между рабочими позициями не более 2 м. Эффективное применение ЛЗМ с вылетом манипулятора более 10 м возможно при линейном изреживании насаждения. Работа ВСРМ целесообразна с разрубкой коридора под углом к волоку для беспрепятственной обработки заготовленных деревьев. Работу под пологом насаждения с комбинированным его изреживанием без разрубки волока следует осуществлять с помощью «малых» манипуляторных ЛЗМ типа ВСРМ «ФМГ-470».

1.5. При проведении проходных рубок малой интенсивности и валке бензиномоторными пилами предпочтительны линейные и комбинированные варианты изреживания. Трелевка деревьев и хлыстов возможна только при линейном изреживании коридорами, примыкающими к волоку под углом не более 30° .

Использование ЛЗМ с несущим манипулятором, имеющим вылет более 7 м, исключает селективное изреживание с использованием всего вы-

лета манипулятора, возможно только линейное или комбинированное изреживание. При вылете манипулятора менее 7 м возможно селективное изреживание ленты древостоя шириной 1,8 R при расстоянии между рабочими позициями не более 2 м с укладкой пакетов сортиментов вдоль волока. Работа ЛЗМ под пологом леса с селективным изреживанием насаждения исключается.

2. Почвенные условия соответствуют 3-й (ягодниковой) группе типов леса, насаждения которой располагаются на средних и нижних третях склонов средней крутизны, недостаточно дренируемых спокойных возвышенностей. Здесь предпочтительно использовать легкие трактора с гусеничными движителями и пневмокатками, например трех- и четырехосные колесные ЛЗМ, снабженные гусеницами. Длину пасечных волоков ограничивают в весенний и осенний периоды, когда необходимо укрепление волоков порубочными остатками. В эти периоды применение ЛЗМ и трелевка тяжелыми тракторами недопустимы.

3. Почвенные условия, соответствующие 1-й (нагорной) и 2-й (брусничной) группам типов леса при близком подстилании горных пород, допускают только трелевку в полностью погруженном положении шарнирно-сочлененными тракторами с колесными движителями. Длина пасечных волоков не ограничена.

4. Почвенные условия 5-й (крупнотравно-приручьевой, долгомошной) группы типов леса, обусловленные расположением насаждений в логах, долинах ручьев и рек и других, слабо дренированных местоположениях. При непромерзшем грунте трелевка тракторами не допускается. В этих условиях следует применять канатные установки и лебедки, обеспечивающие перемещение лесоматериалов к месту складирования или укрепленным транспортным путям, где могут работать трелевочные трактора.

5. Почвенные условия 6-й (мшисто-хвощовой) и 7-й (сфагновой и травяно-болотной) групп типов леса обусловлены расположением насаждений в неглубоких понижениях на плоских водоразделах и в широких надпойменных речных долинах. Работа ЛЗМ и трелевочных тракторов возможна только в зимнее время при промерзших грунтах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герц Э.Ф. Оценка технологии лесопользования на лесосечных работах / Э.Ф. Герц. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2003. – 119 с.
2. Герц Э.Ф. О риске повреждения элементов леса при трелевке / Э.Ф. Герц, В.А. Азаренок, Ю.Н. Безгина // Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие: матер. докл. Международ. науч.-техн. конф.; 6 дек. 2002 г., Минск: в 2 ч. – Мн.: БГТУ, 2002. – Ч. 2. – С. 49–52.
3. Герц Э.Ф. Оценка вероятности заготовки деревьев при несплошных рубках манипуляторной ЛЗМ / Э.Ф. Герц, Ю.Н. Безгина, А.В. Мехренцев // Там же. – С. 201–205.

4. Герц Э.Ф. Повышение лесоводственной эффективности несплошных рубок путем оптимизации валки назначенных в рубку деревьев / Э.Ф. Герц, С.В. Залесов // Лесн. хоз-во. – 2003. – № 5. – С. 18–20.

5. Правила рубок главного пользования в лесах Урала. – М., 1994. – 32 с.

6. Шаров А.Ю. Учет экологических требований при проектировании транспортно-технологических процессов лесозаготовок / А.Ю. Шаров // Лесоинженерное дело: сб. науч. тр. – СПб.: ЛТА, 1997. – С. 77–81.

E.F. Gerts, Yu.N. Bezgina, V.V. Ivanov, A.S. Zalesov

System of Cuttings for Ural Region on Forest-typological Basis

The parameters of selective felling are determined for the main felling and thinning operations ensuring the stand formation with the risks of damaging forest components at the level not exceeding the established silviculture requirements.

УДК 630*221

В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, А.В. Мехренцев

Азаренок Василий Андреевич родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Хабаровский политехнический институт, профессор, кандидат технических наук, проректор по учебной работе Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 80 работ в области технологии лесозаготовок.



Мехренцев Андрей Вениаминович родился в 1958 г., окончил в 1980 г. Уральский лесотехнический институт, доцент, кандидат технических наук, начальник отдела лесопромышленного комплекса правительства Свердловской области. Имеет более 50 печатных работ в области механизации и энергетического анализа лесозаготовок.



ПРИРОДОЩАДЯЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Рассмотрены основные задачи предприятий лесного комплекса при переходе к интенсивному лесопользованию и намечены пути их решения.

Ключевые слова: экологизация технологий лесозаготовок, сертификация лесопользования, целевые насаждения, типы леса.

Применяемый сейчас сплошнолесосечный способ заготовки леса и существующая технология разработки лесосек машинами не всегда отвечают лесоводственным требованиям (сохранение подроста, второго яруса, почвенного покрова и т. д.). Поэтому при разработке лесохозяйственных мероприятий на ближайшую перспективу должны быть предусмотрены сплошнолесосечный, выборочный и постепенный способы рубок с различными вариантами технологических схем их осуществления в разных типах леса и с ориентировкой на соответствующие этим технологиям системы машин.

С учетом изложенного и используя опыт работы передовых предприятий лесного комплекса России, можно указать основные направления, реализация которых позволит перейти к качественно новому уровню лесного производства:

- экологизация технологий лесозаготовок за счет перехода, главным образом, на несплошные рубки;
- сертификация лесопользования;
- реализация программ выращивания целевых насаждений;

- планирование лесохозяйственных мероприятий на лесотипологической основе;
- глубокая переработка древесины;
- внедрение инновационных технологий на лесозаготовках и в деревообработке, в том числе с использованием лизинга;
- формирование полифункциональных вертикальных и горизонтальных интегрированных структур в лесном комплексе;
- создание совместных производств.

Стратегия устойчивого лесопользования предусматривает регулирование комплекса функций леса, среди которых все большее значение приобретают социальные и экологические. Экологическое лесопользование заключается главным образом в выделении различных особо охраняемых природных территорий. Однако в ближайшее время оно не сможет приносить прямые доходы в связи с недостаточной организацией хозяйства и инфраструктуры в национальных парках и невозможностью использования в полном объеме рыночных механизмов, декларируемых международными договоренностями, в частности Киотским протоколом. Переход же на природоохраняющие лесозаготовительные технологии и соответствующее им оборудование позволит переломить сложившийся характер лесопользования, а также повысить эффективность производства. Экологизация технологий лесосечных работ открывает возможности для международной сертификации лесопользования, что особенно важно для предприятий, работающих на мировом рынке лесопroduкции.

От того, как ведет хозяйство на лесозаготовительной делянке предприятие-лесоэкспортер, будет зависеть эффективность продажи его лесопroduкции на рынке развитых стран. Прогноз перспектив развития сертификации в мире иллюстрирует рис. 1.

5

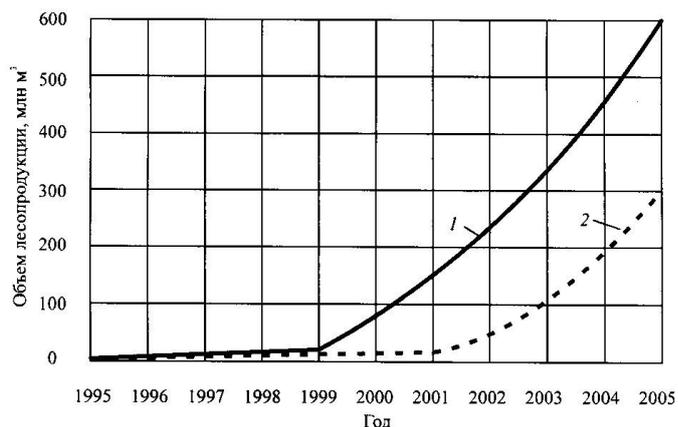


Рис. 1. Перспективы лесной сертификации: 1 – по прогнозу фонда дикой природы; 2 – Всемирного банка

Рост доходов лесных предприятий связывают главным образом с экстенсивным развитием производства, заключающимся в расширении

площадей рубок, или с привлечением дополнительных лесопользователей. В этих условиях применение рубок ухода и выборочных технологий создает условия для улучшения качественного состава молодняков и приспевающих древостоев, формирующихся на старых лесосеках, что позволяет сократить оборот рубок и повысить выход продукции с единицы лесной площади. Разработка лесных массивов на старых лесосеках, уже имеющих лесовозную дорожную сеть, дает существенное снижение издержек производства.

Экологизация лесопользования требует увязки рубок главного и промежуточного пользования. Иными словами, назрела необходимость перехода на целевые программы выращивания насаждений, разработанные с учетом состава древостоев, целевого назначения лесов и региональных природно-экономических условий. Конечной стадией выращивания в данных программах должна быть рубка главного пользования, обеспечивающая омоложение насаждения или формирование нового поколения древостоя без создания лесных культур в большинстве типов леса и лесорастительных условий.

Важным фактором становится переход на эффективные технологии лесосечных работ, предусматривающие вывозку с лесосеки лесопродукции максимальной степени готовности. Он должен осуществляться на системном подходе с учетом социальных, экономических и экологических критериев (рис. 2).

Внедрение современных энергосберегающих комплексов на лесозаготовках возможно только на инновационной основе, что предполагает многостороннюю оценку технологических возможностей внедряемых машин с учетом региональных особенностей, подбор и подготовку квалифицированных кадров, решение вопросов сервиса, адаптацию технологий под действующие нормативные акты.

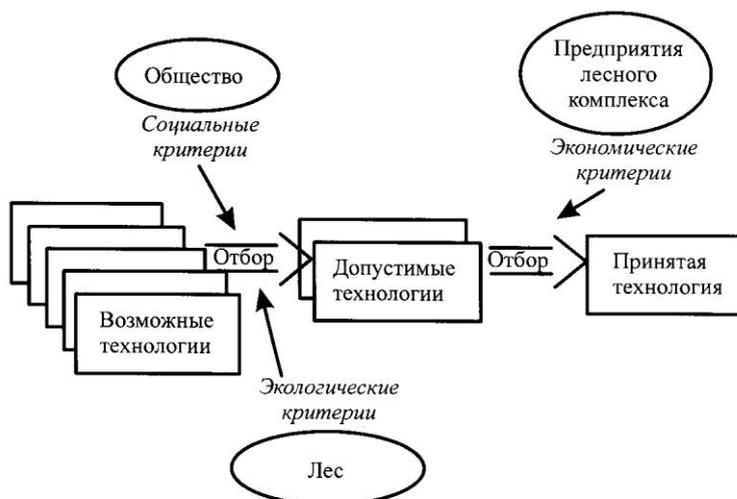
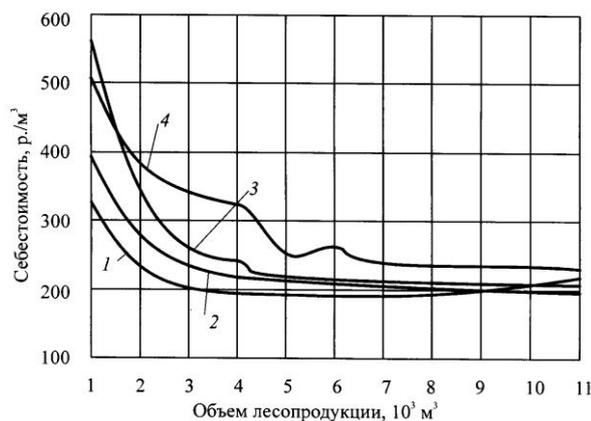


Рис. 2. Принципиальная схема последовательности отбора технологии проведения лесосечных работ

Проведенные аналитические исследования показывают, что в качестве инновационной, в значительной степени удовлетворяющей комплексу критериев, можно рассматривать технологию с заготовкой сортиментов на лесосеке. Сравнительный анализ с традиционной хлыстовой технологией позволяет отнести сортиментную технологию к эффективным (рис. 3). Помощь в решении задачи могут оказать ученые лаборатории экологических проблем лесопользования УГЛТУ на этапе подготовки и внедрения экологизированных технологий лесопользования.

В настоящее время в УГЛТУ имеются существенные наработки по проведению рубок главного и промежуточного пользования с учетом лесорастительных условий, применяемой техники и технологии, позволяющие оптимизировать процесс лесозаготовок не только с лесоводственной, но и с

Рис. 3. Себестоимость заготовки лесоматериалов разными системами машин: 1 – бензонила + форвардер; 2 – харвестер + форвардер; 3 – бензопила + ТТ + бензопила; 4 – хлыстовая технология



экономической точки зрения. Сравнение технологических процессов лесосечных работ свидетельствует о преимуществах сортиментной технологии в ряде природо-производственных условий. При ее использовании:

5*

- расширяются технологические возможности лесозаготовительных предприятий за счет применения различных видов и способов рубок;
- повышаются эффективность производства при освоении децентрализованного лесфонда предприятий, комплексная выработка, культура производства;
- снижаются себестоимость производства круглых лесоматериалов, доля транспортных операций в технологическом процессе;
- отсутствует потребность в промежуточных складах;
- улучшаются условия для сохранения подроста, уменьшения доли поврежденного древостоя и почвенного покрова;
- создаются условия для формирования привлекательного инвестиционного имиджа лесозаготовок.

V.A. Azarenok, E.F. Gerts, A.V. Mekhrentsev

**Environmental-friendly Technologies in Conditions of Forest
Complex Intensification**

The basic tasks of the forest complex enterprises in their transfer to the intensive forest use are viewed and ways of their solution are outlined.

УДК 625.7/.8

А.А. Чижов, С.И. Булдаков

Чижов Антон Александрович родился в 1974 г., окончил в 1996 г. Уральскую государственную лесотехническую академию, старший преподаватель кафедры транспорта и дорожного строительства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 10 печатных работ в области сухопутного транспорта леса и проектирования автомобильных дорог.



Булдаков Сергей Иванович родился в 1951 г., окончил в 1973 г. Уральский лесотехнический институт, профессор, кандидат технических наук, заведующий кафедрой транспорта и дорожного строительства Уральского государственного лесотехнического университета, почетный работник высшего профессионального образования РФ, почетный дорожник России. Имеет более 130 научных работ в области разработки и исследования материалов для дорожного строительства и экологических вопросов АБЗ и АЗС.



ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ШИРИНУ ПОЛОСЫ ОТВОДА АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Рассмотрены некоторые геологические и гидрогеологические факторы, учитываемые при проектировании автомобильных дорог, но не принимаемые во внимание при назначении размеров полосы отвода.

Ключевые слова: автомобильные лесовозные дороги, полоса отвода, геологические и гидрогеологические факторы.

При проектировании автомобильных дорог в отдельных природно-климатических и инженерно-геологических условиях возникает необходимость выполнения нормативных требований и увязки проектных решений с особенностями ландшафта; сохранения и защиты окружающей среды, выбора рациональных мероприятий и конструкций сооружений. Ширину полосы отвода автомобильных лесовозных дорог назначают по нормам Минлесбумпрома [3] и Госстроя СССР [6] без учета геологических и гидрологических особенностей местности.

Автомобильные дороги, непосредственно вторгаясь в геологическую среду, существенно воздействуют на развитие естественных геологических процессов, что может вызвать негативные последствия для экосистемы, особенно в лесных районах. Если принять, что зона неблагоприятного воздействия автомобильной дороги находится в полосе отвода, то ее ширину следует определять с учетом экологических требований.

При проектировании земляного полотна в условиях 2-го и 3-го типов местности [3, 7] необходимо учитывать изменение напряженного состояния естественной грунтовой толщи, которое приводит к дополнительному уплотнению и снижению водопроницаемости грунта. В результате изменяется система движения грунтовых вод в верхних слоях, особенно при прохождении трассы по пойменным террасам. Повышение уровня грунтовых вод вызывает переувлажнение верховой части территории и приводит к ее заболачиванию, с низовой стороны – к осушению [8]. Вторичные последствия проявляются в изменении биоценоза (состава растительности, фауны). При неблагоприятном сочетании грунтовых условий и рельефа местности возможны поперечные деформации и снижение устойчивости земляного полотна.

Согласно рекомендациям [5] расстояние, на котором насыпь вызывает повышение уровня грунтовых вод (ширина зоны подтопления), (рис.1) определяется по формуле

$$L_1 = \frac{h_2 - h_0 + h_0 l_n (e_2 - e_0)}{J_{cp}},$$

где h_0, h_2 – расстояние от минерального дна (водоупора) до уровня грунтовых вод и до линии расположения фильтрационного потока соответственно;

l_n – расстояние, зависящее от уклона минерального дна;

J_{cp} – средний уклон кривой депрессии.

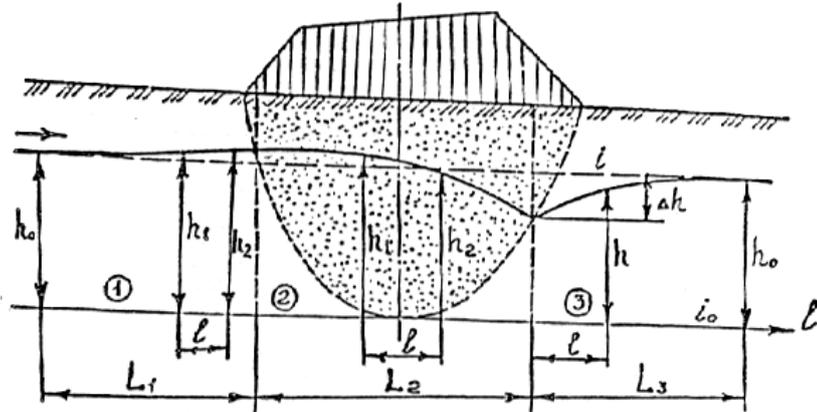


Рис. 1. Влияние насыпи на изменение уровня грунтовых вод:
 L_1 – ширина полосы подтопления; L_2 – ширина тела насыпи;
 L_3 – ширина полосы осушения

Расстояние L_3 , на котором насыпь влияет на изменение уровня грунтовых вод с низовой стороны (ширина зоны осушения) [5], равно:

$$L_3 = \frac{\Delta h}{J_{cp}}.$$

Тогда ширина полосы отвода

$$L_{п.о} = L_1 + L_2 + L_3.$$

емках при устройстве насыпей на неустойчивых склонах. Для предотвращения активизации оползня предусматривают: отвод поверхностных вод, устройство дренажных систем различных типов и т. п. Для размещения этих сооружений требуется дополнительная ширина полосы отвода. Например, нагорные канавы применяют для перехвата и отвода поверхностных вод, притекающих к земляному полотну с прилегающего бассейна. Их устраивают вдоль выемок и полувыемок при наличии поперечного уклона местности к дороге, бровка нагорных канав должна быть удалена от бровки выемки не менее чем на 5 м. С этой же целью осушительные канавы устраивают с обеих сторон земляного полотна на расстоянии 5 ... 10 м от подошвы откоса насыпи, для чего необходим дополнительный участок земли. Ограждающие дренажи устанавливают вдоль земляного полотна насыпи или выемки. Наименьшее расстояние дренажа от бровки выемки 10 м, от подошвы насыпи или внешней бровки канавы 2 м при ширине дренажной траншеи от 1,0 до 1,5 м [4].

В практике изысканий и проектирования дорог при назначении полосы отвода, к сожалению, пока еще не уделяется должного внимания проблеме учета опасных геологических и гидрогеологических процессов, хотя их значение очевидно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Браславский В.Д.* Противооползневые конструкции на автомобильных дорогах / В.Д. Браславский, Ю.М. Львович, Л.В. Грицюк [и др.]. – М.: Транспорт, 1985. – 301 с.
2. *Иванов П.Л.* Грунты и основания гидротехнических сооружений. Механика грунтов: учеб. для гидротехн. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / П.Л. Иванов. – М.: Высш. шк., 1991. – 447 с.
3. Инструкция по проектированию лесозаготовительных предприятий: ВСН 01-82 / Минлесбумпром СССР: Утв. 10.08.82: – М.; Б.г. – 83 с.
4. *Леонович И.И.* Дороги и транспорт лесной промышленности: справ. пособие / И.И. Леонович, Н.П. Вырко, В.Д. Мартынихин [и др.]. – Минск: Высш. шк., 1979. – 416 с.
5. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов / сост. ГипродорНИИ, СоюздорНИИ, МАДИ, Федеральный дорожный департамент. – М., 1995. – 123 с.
6. СН 467–74. Нормы отвода земель для автомобильных дорог / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1975.
7. СНиП 2.05.02–85. Автомобильные дороги / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
8. *Тулаев А.Я.* Конструкция и расчет дренажных устройств / А.Я. Тулаев. – М.: Транспорт, 1980. – 191 с.

A.A. Chizhov, S.I. Buldakov

Influence of Geological and Hydrogeological Conditions on Right-of-way Width of Wood Track

Some geological and hydrogeological factors are considered taken into account in highways designing but not taken into consideration in setting the right-of way dimensions.



УДК 625.731.2.002.5

Д.В. Демидов

Демидов Дмитрий Валентинович родился в 1974 г., окончил в 1996 г. Уральскую государственную лесотехническую академию, старший преподаватель кафедры математической экономики и эконометрики Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 26 печатных работ в области экономики, организации и технологии дорожно-строительного производства.



**ПРИМЕНЕНИЕ НОМОГРАММ ПРИ РАСЧЕТАХ
ЧИСЛА
ВЕДУЩИХ ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН
И ДЛИНЫ ЗАХВАТКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ**

Предложены номограммы для расчета необходимого числа землеройно-транспортных машин и длины захватки при проектировании лесовозных автомобильных дорог.

Ключевые слова: длина захватки, проект производства работ, ведущие землеройно-транспортные машины.

Истощение большинства участков лесного фонда лесозаготовками приводит к вовлечению в эксплуатацию лесов I и II групп, сокращению площадей спелых лесонасаждений, уменьшению размеров лесосек и необходимости увеличения длины лесовозных дорог. В то же время Лесной кодекс РФ [3] требует рационально использовать лесосырьевые ресурсы на основе научно обоснованного, многоцелевого лесопользования в условиях рыночной экономики, новых подходов к проектированию и размещению лесотранспортных сетей.

Эффективность земляных работ при строительстве лесовозных дорог зависит от уровня их механизации и назначения дорожно-строительных машин, в первую очередь ведущих, на расчетную длину захватки. Сложность грунтовых условий и объемно-планировочных решений объекта ограничивает выбор землеройно-транспортных машин [1]. При их назначении необходимо учитывать комплекс таких организационно-технологических факторов, влияющих на длину сменной захватки, как вид грунта, объемы земляных работ на 1 км и сроки их производства, дальность транспортирования (перемещения) грунта. Правильный выбор ведущих машин затруднен и в большинстве случаев не удовлетворяет требованиям минимума стоимости и трудоемкости производства земляных работ.

Целью статьи является применение математических методов для определения количества ведущих землеройно-транспортных машин и длины

захватки. Для принятия решения в сложной производственной задаче целесообразно применять номограммы.

Между числом ведущих землеройно-транспортных машин и требуемыми объемами земляных работ существует условие, выражаемое уравнением

$$N H_{\text{выр}} \geq V_{\text{см}}, \quad (1)$$

где N – число ведущих машин для производства земляных работ, шт.;
 $H_{\text{выр}}$ – норма выработки (производительность) одной машины при конкретных условиях, м³ грунта / см.;
 $V_{\text{см}}$ – сменный объем работ, м³ грунта.

Под сменным объемом земляных работ понимаем объем работ на захватке

$$V_{\text{см}} = V_{\text{дор}} / N_{\text{захв}},$$

где $V_{\text{дор}}$ – объем земляных работ на дороге;

$N_{\text{захв}}$ – число захваток на дорогу (число смен работы машин).

Выражая число захваток через длину строящейся дороги $L_{\text{дор}}$ и учитывая, что отношение $V_{\text{дор}}/L_{\text{дор}}$ обозначает объем земляных работ на 1 км дороги ($V_{1 \text{ км}}$), получаем

$$L_{\text{захв}} \leq 1000 \frac{N H_{\text{выр}}}{V_{1 \text{ км}}}, \quad (2)$$

где $L_{\text{захв}}$ – длина захватки.

Исходя из числа ведущих землеройно-транспортных машин, выработки машины и объемов земляных работ на 1 км строящейся дороги, можно по формуле (2) определить предельную длину захватки для установленного состава звена ведущих землеройно-транспортных машин. С другой стороны, длину захватки можно найти по формуле

$$L_{\text{захв}} = \frac{L_{\text{дор}}}{T_{\text{см}} - N_{\text{р}}}, \quad (3)$$

где $L_{\text{дор}}$ – длина строящейся дороги, м;

$T_{\text{см}}$ – число рабочих смен в строительном сезоне;

$N_{\text{р}}$ – период развертывания комплексного потока, см.

Подставляя (3) в (2), получаем максимально возможный объем земляных работ на 1 км дороги для разработки звеном ведущих землеройно-транспортных машин:

$$V_{1 \text{ км}} \leq N H_{\text{выр}} / L_{\text{захв}}.$$

Используя неравенство (1), находим минимальное требуемое число ведущих землеройно-транспортных машин для выполнения заданного объема земляных работ в зависимости от длины дороги, календарной продолжительности строительного сезона, объема земляных работ на 1 км дороги и нормы выработки машины:

$$N \geq \frac{L_{\text{дор}} V_{1\text{км}}}{H_{\text{выр}} (C_{\text{см}} - N_{\text{р}})}$$

Оптимизацию числа ведущих машин проводим с учетом факторов внешней среды (вид грунта, определяемый гранулометрическим составом; категория трудности разработки, зависящая от физико-механических характеристик грунта; рельеф местности, влияющий на увеличение (снижение) производительности машины; параметры строительного объекта (объемы земляных работ на 1 км, дальность перемещения (транспортирования) грунта, длина сменной захватки).

При разработке номограмм принимаем:

- к ведущим землеройно-транспортным машинам относят: бульдозеры; скреперы прицепные и самоходные; экскаваторы одноковшовые с автомобильной вывозкой; автомобили-самосвалы грузоподъемностью до 12 т;
- насыпь возводят на грунтах I и II категорий трудности разработки, используемых для всех видов ведущих землеройно-транспортных машин;
- категории трудности разработки грунтов могут быть различными для разных машин;
- технологические пути при транспортировании грунта делят на дороги с покрытиями низшего типа и с переходным типом покрытия;
- длину сменной захватки назначают кратной 25 м, но не менее 100 м; для участков дорог с большими объемами земляных работ на 1 км длина сменной захватки может быть снижена до 50 м.

При разработке номограмм использованы имитационные модели, в которых состояния системы пересчитывают через равные расстояния транспортирования грунта и число машин на захватке увеличивается ступенчато до максимума по фронту работ. Для определения числа ведущих машин при установленной длине захватки или, наоборот, требуемой длины захватки при известном числе ведущих машин номограммы составляют на основе условия (1). Левую часть неравенства представляют в виде зависимости $s = f(y)$, где s – сменная выработка машин ($N H_{\text{выр}}$), y – сменная норма выработки. Поскольку сменная выработка машины (y) зависит от расстояния перемещения (x), то имеем $y = f(x)$.

Таким образом, зависимость $s = f(x)$ получаем в виде $s = bcx^a$, где: $y = bx^a$ – сменная норма выработки машины; x – расстояние перемещения грунта; c – число ведущих машин; a и b – эмпирические коэффициенты, определенные для каждой машины.

Правую часть неравенства представляем как $v = f(u)$, где u – длина захватки работы звена ведущих землеройно-транспортных машин. Окончательно линейная зависимость сменных объемов работ от длины захватки будет иметь вид $v = ku$, где k – объемы земляных работ на 1 км.

Окончательная форма неравенства для построения номограмм (рис. 1) при определении числа ведущих землеройно-транспортных машин (бульдозеры, скреперы) имеет вид $bcsx^a \geq ki$.

Линии объемов земляных работ на 1 км нанесены через интервал 1 тыс. м³/км. Это дает возможность определения длины захватки как по всей длине дороги в течение всего строительного сезона, так и по конкретным участкам. Учитывают ряд ограничений, в первую очередь, предельной плотности ведущих машин по фронту земляных работ. С.Н. Деревянко и Б.И. Файн [2] установили, что по мере роста плотности потока интенсивность движения вначале растет, достигая максимума, а затем падает. Поэтому при выполнении значительных объемов земляных работ производительность звена машин не пропорциональна их числу и существует предел, после которого нецелесообразно укрупнять звено: для экскаваторов –

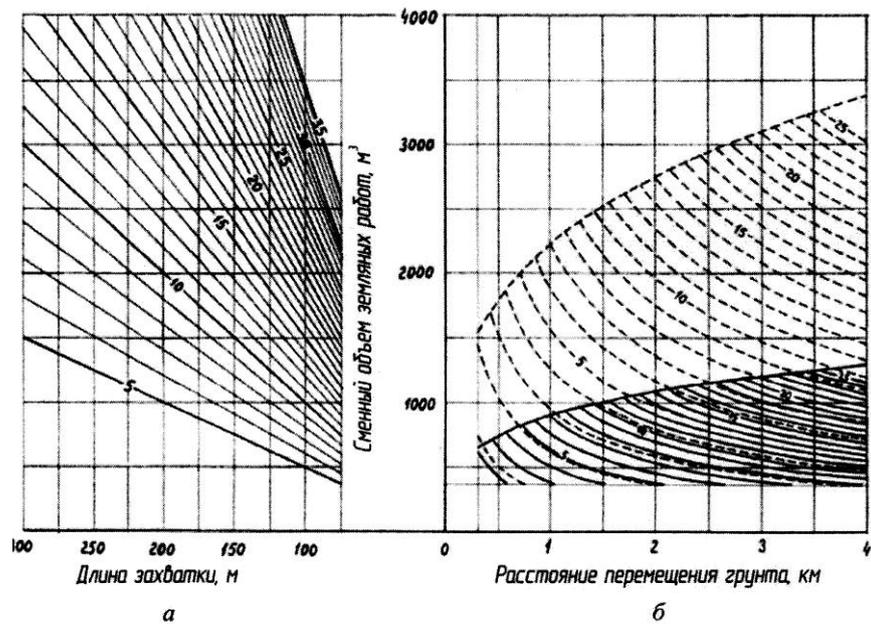


Рис. 1. Номограмма для определения длины захватки (а) и расстояния перемещения грунта (б) звеном самоходных скреперов с объемом ковша 8 м³ (сплошные линии) и 15 м³ (штриховые линии). В левой части номограммы цифры на прямых – объемы земляных работ, тыс. м³ на 1 км; в правой части цифры на кривых – число ведущих машин

1 машина на забое, для скреперов и автосамосвалов – соответственно 7 и 5 машин на 1 км дальности перевозки грунта.

Предельное число автосамосвалов (N_a) для одного экскаватора находят по формуле

$$N_a = \frac{H_{\text{выр}}^э}{H_{\text{выр}}^а} \leq 5L, \quad (4)$$

где $H_{\text{выр}}^э$, $H_{\text{выр}}^а$ – нормы выработки соответственно экскаватора и автосамосвала в смену, м^3 ;

L – расстояние транспортирования грунта.

Исходя из выработки автосамосвалов в зависимости от их грузоподъемности, плотности грунта и дальности транспортирования, по номограммам (основанным на неравенстве (4)) можно найти требуемые объем ковша экскаватора и число автосамосвалов (рис. 2 и 3).

В целом при проектировании лесовозных автомобильных дорог разработано 13 номограмм по определению длины захватки работы звена ведущих землеройно-транспортных машин и 7 номограмм по определению числа автомобилей-самосвалов. Целесообразно к полученной по номограм-

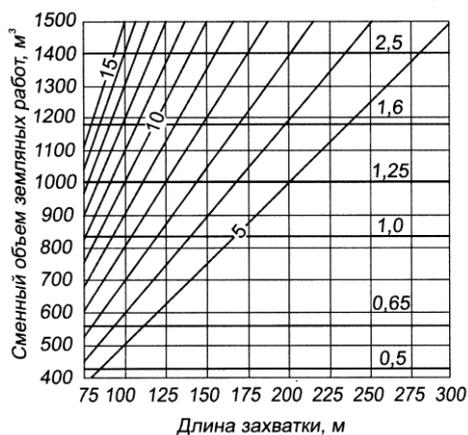


Рис. 2. Графики для определения длины захватки при разработке и погрузке грунта I группы в автосамосвалы в сосредоточенном резерве одноковшовыми экскаваторами. Цифры на наклонных линиях обозначают объем земляных работ, тыс. м^3 на 1 км; на горизонтальных линиях – объем ковша экскаватора, м^3

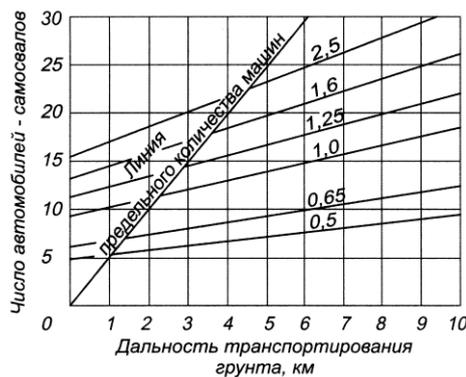


Рис. 3. Графики для определения числа автомобилей-самосвалов грузоподъемностью 12 т в зависимости от дальности транспортирования грунта (гравийно-галечный, размер частиц до 80 мм, I категория трудности разработки, плотность $1,75 \text{ т/м}^3$). Цифры на наклонных линиях – объем ковша экскаватора, м^3

мам потребности машин вводить коэффициент технической готовности землеройно-транспортных машин и автотранспорта, получая списочное количество машин для компенсации простоев основного звена по техническим причинам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ Р ИСО 6165-99. Машины землеройные. Классификация. Термины и определения.

2. Деревялко С.Н. Оптимальная механизация скоростного строительства автомобильных дорог / С.Н. Деревялко. – Харьков: Вища школа, 1983.
3. Лесной кодекс РФ. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1997.

D.V. Demidov

Use of Nomograms in Calculation of Number of Leading Digging-and-transporting Machines and Grip Length for Wood Track Construction

Nomograms for calculation of the necessary number of digging-and-transporting machines and grip length are provided for wood tracks design.





МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.093

В.Г. Уласовец

Уласовец Вадим Григорьевич родился в 1940 г., окончил в 1964 г. Белорусский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 75 печатных работ в области технологии лесопильного производства и рационального раскря пиловочного сырья на пилопродукцию.



РАСКРОЙ СЕГМЕНТА НА ОБРЕЗНЫЕ ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Получены аналитические зависимости для определения оптимальных размеров досок, выпиливаемых при раскря сегментов и боковых брусьев на обрезные пиломатериалы.

Ключевые слова: сегмент, боковой брус, обрезные пиломатериалы, оптимальная ширина, оптимальная длина.

Бережное использование лесных ресурсов и повышение объемного, ценностного и спецификационного выхода пиломатериалов возможно при рациональном раскря пиловочного сырья с учетом его размерных и качественных особенностей. Например, бревна крупных диаметров распиливают развально-сегментным, брусово-сегментным, круговым способами или на три бруса. При этом задача по составлению и расчету поставок на распиловку сегмента и боковых брусьев требует самостоятельного решения.

При теоретическом исследовании раскря сегментов, полученных при распиловке бревен (рис. 1), необходимо, прежде всего, определить оптимальную ширину и длину выпиливаемых из них досок.

Рассмотрим раскря односторонне обрезных досок, выпиливаемых из сегментов, на обрезные максимального объема (рис. 2).

Для бревен, форма ствола которых приравнена к усеченному параболоиду, решение поставленной задачи сводится к вписыванию в площадь, ограниченную боковыми ветвями параболы $y^2 = 2Px$, прямоугольников 1 – 2 – 3 – 4 и 5 – 6 – 7 – 8, площадь которых была бы наибольшей.

Для принятых на рис. 1, 2 обозначений запишем

$$b_x = 2b_{o(c)} + A = 2(b_{o(c)} + C), \quad (1)$$

а из уравнения параболы:

$$\frac{b_x^2}{4} = 2Pl_n - l_{o(c)} \quad (2)$$

и

$$\frac{B^2}{4} = 2Pl_n, \quad (3)$$

где $2P$ – параметр параболы,

$$2P = \frac{D^2 - d^2}{4L};$$

B – ширина пласти необрезной доски в комле,

$$B = 2b_c + A = \sqrt{D^2 - E^2};$$

E – удвоенное расстояние от центра торца бревна до рассматриваемой пласти доски или расстояние между симметричными наружными пластинами досок $E = 2e$;

D и d – диаметры комлевого и вершинного торцов бревна;

L – длина бревна;

l_n – полная длина параболы, ограничивающей наружную пласт рассматриваемой необрезной доски.

Решив совместно выражения (2) и (3) относительно b_x и $l_{o(c)}$, имеем

$$b_x = B \sqrt{\frac{l_n - l_{o(c)}}{l_n}}; \quad (4)$$

$$l_{o(c)} = \frac{B^2 - b_x^2}{B^2} l_n; \quad (5)$$

$$l_n = \frac{B^2}{D^2 - d^2} L. \quad (6)$$

Определим суммарную площадь досок, выпиливаемых из сегмента,

$$F = (b_x - A)l_{o(c)}. \quad (7)$$

где $l_{o(c)}$ – оптимальная длина выпиливаемых из сегмента обрезных досок.

Подставим в уравнение (7) выражение для $l_{o(c)}$ из уравнения (5):

$$F = \frac{l_n}{B^2} (b_x - A) (B^2 - b_x^2). \quad (8)$$

Исследуем функцию (8) на максимум

$$\frac{dF}{db_x} = \frac{l_n}{B^2} (B^2 - b_x^2) - 2b_x (b_x - A) = 0.$$

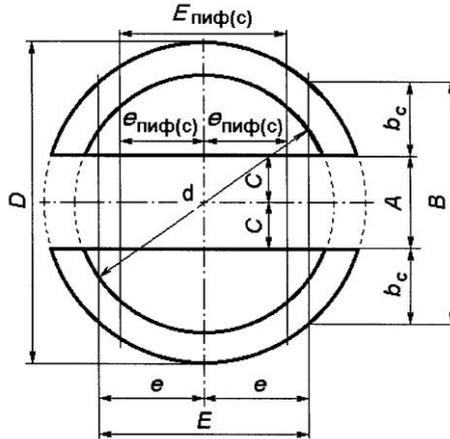


Рис. 1. Раскрой бревна на сегменты

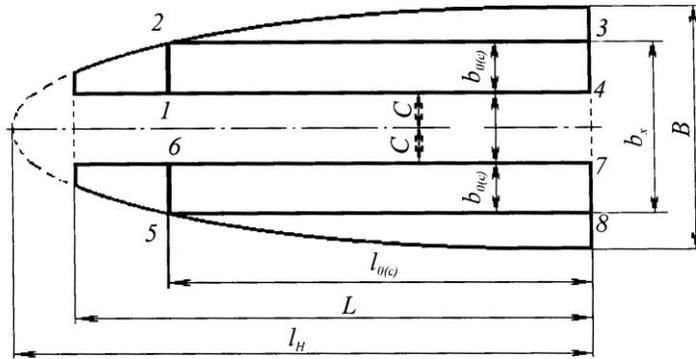


Рис. 2. Схема раскроя односторонне обрезных досок, выпиливаемых из сегмента

Решим (8) относительно b_x :

$$b_x = \frac{1}{3} \left[\sqrt{3\Phi^2 - E^2} + A^2 + A \right]. \quad (9)$$

Так как $b_x = 2b_{o(c)} + A$ (рис. 2), будем иметь оптимальную ширину обрезной доски $b_{o(c)}$, выпиливаемой из сегмента:

$$2b_{o(c)} = \frac{1}{3} \left[\sqrt{3\Phi^2 - E^2} + A^2 - 2A \right] \quad (10)$$

или

$$b_{o(c)} = \frac{1}{3} \left[\sqrt{3\Phi^2 - E^2} + A^2 - 2A \right]. \quad (11)$$

Для определения оптимальной длины обрезной доски $l_{o(c)}$, выпиливаемой из сегмента, воспользуемся уравнением (5), в которое подставим значение l_n из уравнения (6):

$$l_{o(c)} = \frac{B^2 - b_x^2}{D^2 - d^2} L. \quad (12)$$

Подставим в (12) значение b_x из уравнения (9):

$$l_{o(c)} = \frac{2L}{9\Phi^2 - d^2} \left[3B^2 - \left(A^2 + A\sqrt{3\Phi^2 - E^2} + A^2 \right) \right]. \quad (13)$$

Так как из (13) имеем $B^2 = D^2 - E^2$, то

$$l_{o(c)} = \frac{2L}{9\Phi^2 - d^2} \left\{ 3\Phi^2 - E^2 - \left[A^2 + A\sqrt{3\Phi^2 - E^2} + A^2 \right] \right\} \quad (14)$$

или

$$l_{o(c)} = \frac{2L}{9\Phi^2 - r^2} \left\{ 3\Phi^2 - e^2 - \left[C^2 + C\sqrt{3\Phi^2 - e^2} + C^2 \right] \right\}. \quad (15)$$

Ширину пифагорической зоны сегмента $E_{\text{пиф}(c)}$ определим из условия [2], когда b_x , вычисляемое по формуле (9), будет равно $b_x = \sqrt{d^2 - E_{\text{пиф}(c)}^2}$ в вершинном торце бревна,

$$b_x = \sqrt{d^2 - E_{\text{пиф}(c)}^2} = \frac{1}{3} \left[\sqrt{3(D^2 - E_{\text{пиф}(c)}^2) + A^2} + A \right]. \quad (16)$$

Решив (16) относительно $E_{\text{пиф}(c)}$, получим

$$E_{\text{пиф}(c)} = \sqrt{0,5 \left\{ (d^2 - D^2) - \left[A^2 + A \sqrt{2(D^2 - d^2) + A^2} \right] \right\}}. \quad (17)$$

В соответствии с теоретическими исследованиями приведенными выше, и методическими положениями, изложенными в [1], положим, что из пифагорической зоны сегмента, ограниченной двумя параллельными сечениями $A - A$ и $B - B$, отстоящими друг от друга на расстоянии $H = (C_0 - C_2)$ и удаленными от центра торца бревна на величину C_2 (рис. 3), выпиливают две смежные доски максимального объема, при этом $a_1 = H - (a_2 + t)$.

Для принятых на рис. 3 обозначений определим площадь поперечных сечений выпиливаемых обрезных досок:

$$F_1 = \left[H - C_2 + t \left(\sqrt{r^2 - C_0^2} - \frac{A}{2} \right) \right]; \quad (18)$$

$$F_2 = a_2 \left[\sqrt{r^2 - C_2 + a_2^2} - \frac{A}{2} \right]. \quad (19)$$

Исследовав суммарную площадь поперечного сечения обеих досок ($F = F_1 + F_2$) на максимум, получим

$$\frac{dF}{da_2} = -\sqrt{r^2 - C_0^2} + \frac{A}{2} + \sqrt{r^2 - C_2 + a_2^2} - \frac{A}{2} - \frac{a_2(C_2 + a_2)}{\sqrt{r^2 - C_2 + a_2^2}} = 0.$$

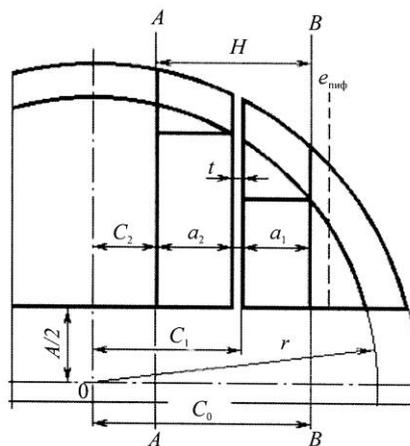


Рис. 3. Раскрой пифагорической зоны сегмента

Заменим в данном выражении $C_2 + a_2 = C_1 - t$:

$$a_2 = \frac{\sqrt{r^2 - C_1 - t^2}}{C_1 - t} \left[\sqrt{r^2 - C_1 - t^2} - \sqrt{r^2 - C_0^2} \right]. \quad (20)$$

Выражение (20) аналогично уравнению для пифагорической зоны, полученному в работе [3], следовательно, составление поставок на распиловку пифагорической зоны сегмента можно производить по имеющимся рекомендациям.

Для определения оптимальных толщин досок, выпиленных из параболической зоны сегмента, рассмотрим график приведенной высоты пропила сегмента $h_{пр}$ (рис. 4), построенный для $K = 1,2$; $A = 0,3d$. Значение $E_{пиф(c)}$ для этих условий определим по уравнению (17), т. е. $E_{пиф(c)} = 0,766d$.

Для пифагорической зоны сегмента построение графика приведенной высоты пропила вели по следующим уравнениям:

участок AB

$$h_{пр(c)} = \sqrt{r^2 - e^2} - C; \quad (21)$$

участок BD

$$h_{пр(c)} = \frac{2}{9(R^2 - r^2)} \frac{\sqrt{3(R^2 - e^2) + C^2} - 2C}{3} \left\{ 3(R^2 - e^2) - \left[C^2 + C\sqrt{3(R^2 - e^2) + C^2} \right] \right\}. \quad (22)$$

На рис. 4 линией 1 (ANC) показана приведенная высота пропила при обычной распиловке бревна, построенная по уравнению

$$h_{пр} = \frac{0,385}{R^2 - r^2} \sqrt{R^2 - e^2}. \quad (23)$$

На параболическом участке сегмента линия 2 (BD) приведенной высоты пропила представляет бесцентровую кривую, близкую к прямой. Это является основанием, для того чтобы задачу по определению оптимальных толщин досок, выпиленных из параболической зоны сегмента, представить в виде задачи вписывания в треугольник (LBD) заданного числа прямоугольников одинаковой толщины. Расход ширины поставка на выпилку этих досок будет определен по уравнению

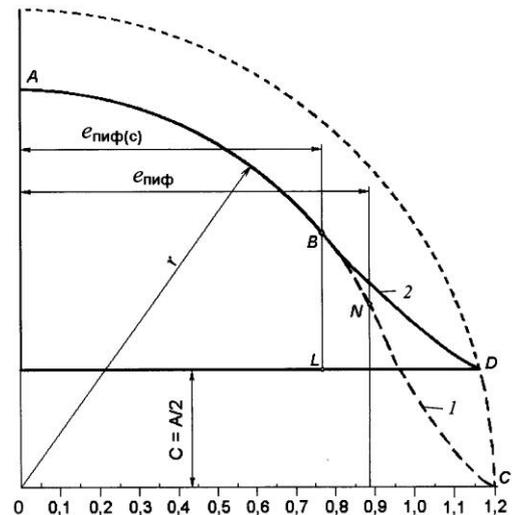


Рис. 4. График приведенной высоты пропила

$$P_c = n(a + y + t) = E_{\text{пред}(c)} - E_o, \quad (24)$$

где P_c – ширина постова на распиловку параболической зоны сегмента;
 n – количество досок одинаковой толщины в поставе при распиловке параболической зоны сегмента;
 a – номинальная толщина выпиливаемых досок;
 y – величина припуска на усушку по толщине доски;
 t – ширина пропила;
 $E_{\text{пред}(c)}$ – предельный охват сегмента поставом;
 E_o – ширина постова на распиловку пифагорической зоны сегмента.

Установление аналитических зависимостей по определению оптимальных размеров обрезных досок, выпиливаемых из сегмента, позволяет расчетным путем вычислять их значения и определять основные положения по оптимизации раскроя сегмента и боковых брусьев.

Как следует из уравнения (24), при заданной толщине досок их количество можно определить по уравнению

$$n = \frac{E_{\text{пред}(c)} - E_o}{a + y + t}, \quad (25)$$

а при заданном количестве досок – их толщину (с припуском на усушку):

$$a + y = \frac{E_{\text{пред}(c)} - E_o}{n} - t. \quad (26)$$

Полученные аналитические зависимости позволяют составлять рациональные поставки для раскроя сегмента и бокового бруса на обрезные пиломатериалы оптимальных размеров.

Обобщая полученные решения по раскрою сегмента на обрезные доски оптимальных размеров, отмечаем, что выпиливаемые из пифагорической зоны сегмента ($E_i \leq E_{\text{пиф}(c)}$) доски при их обрезке не укорачивают, т. е. $l_{o(c)} = L$, а оптимальную ширину определяют по формуле

$$b_{o(c)} = \sqrt{r^2 - e^2} - C. \quad (27)$$

Оптимальную ширину обрезных досок, выпиливаемых из параболической зоны сегмента ($E_i > E_{\text{пиф}(c)}$), следует определять по формуле (11), а оптимальную длину – по формуле (14).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батин Н.А. Теоретические и экспериментальные исследования раскроя пиловочного сырья: дис. ... д-ра техн. наук. – Минск, 1964. – 438 с.
2. Уласовец В.Г. Технологические основы производства пиломатериалов: учеб. пособие для вузов / В.Г. Уласовец. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 510 с.

3. *Шапиро Д.Ф.* Лесопильно-строгальное производство / Д.Ф. Шапиро. – Л.: Гослестехиздат, 1935. – С. 88–97.

V.G. Ulasovets

Segment Cutting into Edged Lumber

Analytical dependencies are obtained for determining optimal dimension of boards produced resulting from segment and side beams (timber) cutting into edged lumber.

УДК 674.053

В.Г. Новоселов, А.И. Кузнецов

Новоселов Владимир Геннадьевич, родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой станков и инструментов Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 100 работ в области динамики и надежности деревообрабатывающих машин.



Кузнецов Алексей Иванович родился в 1981 г., окончил в 2003 г. Уральский государственный лесотехнический университет, аспирант кафедры станков и инструментов. Имеет 2 публикации в области совершенствования лесопильного оборудования.

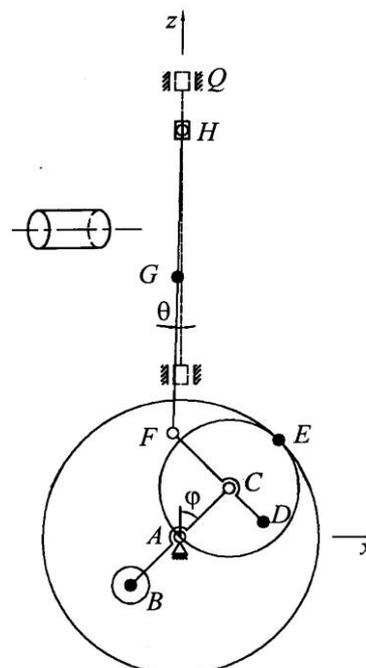
**ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ПЛАНЕТАРНОГО МЕХАНИЗМА РЕЗАНИЯ**

В процессе кинематического и силового исследования модернизированного планетарного механизма резания лесопильной рамы с полным уравновешиванием сил, действующих на фундамент, определены параметры гибкого звена – коронной шестерни преобразователя.

Ключевые слова: лесопильная рама, уравновешивание, планетарный механизм, зубчатый ремень, долговечность, ремонтпригодность.

Существенным недостатком лесопильных рам являются неуравновешенные силы инерции подвижных масс кривошипно-шатунного механизма, вызывающие вибрацию. Ограничение вибрации за счет массивного фундамента требует значительного объема и удорожания строительных работ, но не всегда оказывается эффективным. Этот недостаток устранен в бесшатунных планетарных механизмах лесопильных рам (РПМ-02-К, ЛРВ-2, РПМ-02-Т), где полностью уравновешены вертикальные и горизонтальные силы, действующие на фундамент. Кинематическая схема механизма резания приведена на рис. 1.

Однако при смене скорости и направления движения пильной рамки происходит перекладка зазоров в зубчатых парах (первый существенный недостаток планетарного механизма). Вследствие этого возникает ударная нагрузка на зубья, приводящая к их постепенному разрушению и снижению долговечности механизма. Изготовление зубчатых венцов сателлита, а тем более коронной шестерни механизма с достаточными качественными параметрами в ус-



ловиях лесопромышленного или деревообрабатывающего производства является чрезвычайно сложной задачей. Таким образом, вторым существенным недостатком планетарного механизма является его низкая ремонтпригодность.

Снизить ударные нагрузки, увеличить ресурс и повысить ремонтпригодность данного механизма можно за счет его модернизации – использования упругого элемента в виде зубчатого ремня в качестве коронной шестерни [2]. Зубчато-ременные передачи соединяют в себе достоинства ременных и цепных приво- Рис. 1. Кинематическая схема водов. Их приме- нияют в широком диа- механизма резания пазоне мощно- стей (от 0,2 до 500,0 кВт), частот вра- щения (в высоконагруженных приводах до $6 \cdot 10^3$ мин⁻¹, в кинематических – до $18 \cdot 10^3$ мин⁻¹) и окружных скоростей (от 0,5 до 8,0 м/с); КПД передач составляет 95 ... 99 %. Этот механизм не требует смазки, обладает пониженными вибрационно-шумовыми характеристиками, более высокой долговечностью зубчатого венца сателлита. При износе ремень достаточно легко извлекают и заменяют на новый.

Для определения параметров модернизированного механизма было проведено его кинематическое и силовое исследование. Для этого найдены проекции перемещений, скоростей и ускорений характерных точек звеньев планетарного преобразователя на координатные оси в функции угла поворота водила φ_1 . Ввиду значительных маховых масс преобразователя неравномерностью вращения водила в первом приближении пренебрегли.

Для произвольной точки механизма определены проекции: перемещения

$$Z_k(\varphi_1) = \sum_{i=1}^n r_i \cos \varphi_i; \quad (1)$$

$$X_k(\varphi_1) = \sum_{i=1}^n r_i \sin \varphi_i; \quad (2)$$

скорости

$$V_{zk}(\varphi_1) = -\omega_1 \sum_{i=1}^n r_i \sin \varphi_i; \quad (3)$$

$$V_{xk}(\varphi_1) = \omega_1 \sum_{i=1}^n r_i \cos \varphi_i; \quad (4)$$

ускорения

$$a_{zk}(\varphi_1) = -\omega_1^2 \sum_{i=1}^n r_i \cos \varphi_i; \quad (5)$$

$$a_{xk}(\varphi_1) = -\omega_1^2 \sum_{i=1}^n r_i \sin \varphi_i; \quad (6)$$

где ω_1 – угловая скорость водила;

φ_1 – угол поворота соответствующего звена или его отрезка до рассматриваемой точки, отсчитываемый от вертикальной оси по часовой

стрелке;

n – количество звеньев, от оси вращения водила до рассматриваемой точки;

l_i – длина звена или его отрезка входящего в кинематическую цепь.

В случае неравенства длин звеньев ($CF > AC$) пильная рамка совершает возвратно-качательное (плоско-параллельное) движение относительно точки F на угол θ , определяемый по формуле

$$\theta = -\arcsin(x_F/l_3). \quad (7)$$

Ввиду малости угла качания ($x_F \ll l_3$) можно приближенно рассчитать угловую скорость ω_3 и угловое ускорение ε_3 пильной рамки:

$$\omega_3 = -V_{x_F}/l_3; \quad (8)$$

$$\varepsilon_3 = a_{x_F}/l_3. \quad (9)$$

Для выбранных точек (оси кинематических пар и центры масс звеньев) соответствующие величины приведены в таблице.

Точка	Число звеньев n	Угол поворота φ_i	Длина звена или отрезков l_i
C	1	φ_1	$l_1 = AC$
B	1	$\varphi_1 + \pi$	$l_1 = AB$
F	2	$\varphi_1; \varphi_2 = 2\pi - \varphi_1$	$l_1 = AC; l_2 = CF$
D	2	$\varphi_1; \varphi_2 = \pi - \varphi_1$	$l_1 = AC; l_2 = CD$
G	3	$\varphi_1; \varphi_2 = 2\pi - \varphi_1;$ $\varphi_3 = \theta$	$l_1 = AC; l_2 = CF; l_3 = FG$
H	3	$\varphi_1; \varphi_2 = 2\pi - \varphi_1;$ $\varphi_3 = \theta$	$l_1 = AC; l_2 = CF; l_3 = FH$

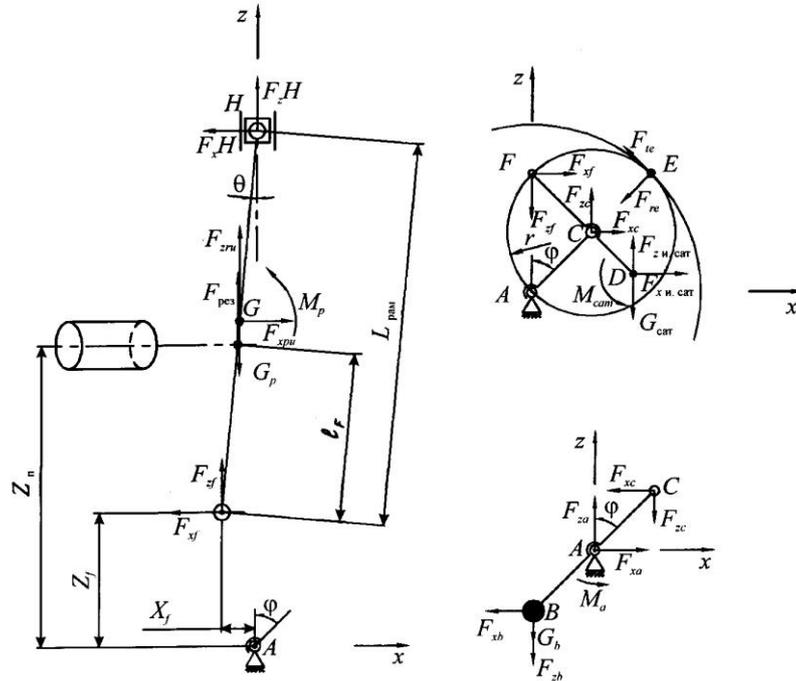


Рис. 2. Силовой анализ механизма резания

Для нахождения реакций в кинематических парах разбиваем механизм на три структурные группы (рис. 2) и решаем для них системы уравнений кинетостатики. Для структурной группы пильная рамка–ползун получена система уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \sum F_z = 0; & \quad F_{zF} + F_{xH}f + F_{рез} + F_{zpi} - m_p g = 0; \\ \sum F_x = 0; & \quad -F_{zF} + F_{xH} + F_{xpi} + F_n = 0; \\ \sum M_f = 0; & \quad F_{xH}L_{рам} - m_p g \sin \theta - F_{xpi} \cos \theta + F_{zpi} \sin \theta \left[\frac{L_{рам}}{2} + \right. \\ & \quad \left. + M_{pi} + F_{рез} \sin \theta - F_n \cos \theta \right] \cos \theta = 0, \end{aligned} \right\} (10)$$

- где F_{zk}, F_{xk} – проекции реакций в кинематических парах;
 F_{zpi}, F_{xpi} – проекции силы инерции пильной рамки;
 M_{pi} – момент сил инерции распределенной массы пильной рамки;
 $F_{рез}, F_n$ – силы резания и подачи, принятые по данным [3];
 m_p, J_p – масса и момент инерции пильной рамки;
 f – коэффициент трения ползунков о направляющие;
 g – ускорение свободного падения;
 θ – угол отклонения пильной рамки от вертикали;
 $L_{рам}$ – расстояние от шарнира крепления пильной рамки к сателлиту до верхних ползунков.

Силы и момент сил инерции пыльной рамки определяем по формулам

$$F_{zpu} = -m_p a_{zG}(\varphi); \quad (11)$$

$$F_{xpu} = -m_p a_{xG}(\varphi); \quad (12)$$

$$M_{пу} = -J_p \varepsilon_3. \quad (13)$$

Для структурной группы сателлит–коронная шестерня система уравнений кинестатики имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} \sum F_z = 0; & \quad F_{tE} \left(\sin \varphi - \cos \varphi \operatorname{tg} \alpha \right) + F_{zC} - F_{zF} + F_{зи.сат} - m_{сат} g = 0; \\ \sum F_x = 0; & \quad -F_{tE} \left(\sin \varphi \operatorname{tg} \alpha - \cos \varphi \right) + F_{xC} + F_{xF} + F_{хи.сат} = 0; \\ \sum M_f = 0; & \quad F_{tE} r + F_{zF} \sin \varphi - F_{xF} \cos \varphi \cdot \overline{l}_F + \\ & \quad + F_{зи.сат} - m_{сат} g \cdot \overline{l}_D \sin \varphi + F_{хи.сат} \cos \varphi \cdot \overline{l}_D = 0, \end{aligned} \right\} (14)$$

где

$m_{сат}$ – масса сателлита;

F_{tE} – тангенциальная сила в зацеплении;

α – угол в зацеплении сателлита с зубчатым ремнем;

l_D, l_F – расстояние от оси сателлита до соответствующих точек;

r – радиус делительной окружности сателлита;

F_{zC}, F_{xC} , – проекции реакций в кинематических парах;

$F_{зи.сат}, F_{хи.сат}$ – проекции сил инерции сателлита,

$$F_{зи.сат} = a_{zD} m_{сат}; \quad F_{хи.сат} = a_{xD} m_{сат}.$$

Системы уравнений (10) и (14) решаем матричным способом:

$$x(\varphi) = a(\varphi)^{-1} c(\varphi),$$

где $x(\varphi)$ – матрица-вектор неизвестных реакций;

$a(\varphi)$ – матрица коэффициентов при неизвестных;

$c(\varphi)$ – матрица-вектор свободных членов уравнений.

Для структурной группы пыльная рамка–ползун имеем

$$x(\varphi) = \begin{bmatrix} F_{zF} \\ F_{xF} \\ F_{xH} \end{bmatrix}; \quad a(\varphi) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & f \\ 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & L_{рам} \end{bmatrix}; \quad c(\varphi) = \begin{bmatrix} m_p g - F_{рез} - F_{zпу} \\ -F_{xпу} - F_{xF} \\ M_1 + M_2 \end{bmatrix}.$$

Моменты от силы тяжести и инерции пыльной рамки M_1 и моменты от внешних сил M_2 сгруппированы:

$$M_1 = (m_p g \sin \theta - F_{xпу} \cos \theta + F_{zпу} \sin \theta) L_{рам} / 2 - M_{пу};$$

$$M_2 = -(F_{рез} \sin \theta - F_n \cos \theta (Z_n - Z_F) / \cos \theta).$$

Для структурной группы сателлит–коронная шестерня

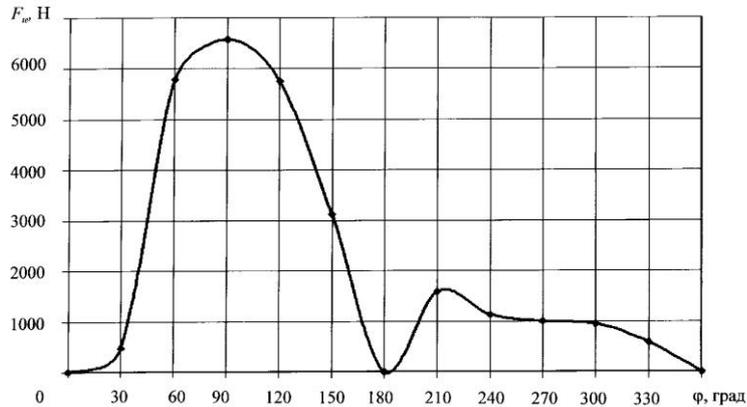


Рис. 3. График тангенциальной силы в зацеплении

$$x \begin{matrix} \vec{\varphi} \\ \vec{=} \end{matrix} = \begin{bmatrix} F_{tE} \\ F_{zC} \\ F_{xC} \end{bmatrix}; \quad a \begin{matrix} \vec{\varphi} \\ \vec{=} \end{matrix} = \begin{bmatrix} \sin \varphi - \cos \varphi \operatorname{tg} \alpha & 1 & 0 \\ -\sin \varphi \operatorname{tg} \alpha + \cos \varphi & 0 & 1 \\ r & 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad c \begin{matrix} \vec{\varphi} \\ \vec{=} \end{matrix} = \begin{bmatrix} F_{zF} - F_{\text{зи.сат}} + m_{\text{сат}} g \\ -F_{xF} - F_{\text{хи.сат}} \\ M_3 + M_4 \end{bmatrix}.$$

Моменты от реакции в шарнире $F(M_3)$ и моменты от силы тяжести и инерции сателлита (M_4) сгруппированы:

$$M_3 = -(F_{zF} \sin \varphi - F_{xF} \cos \varphi) l_F;$$

$$M_4 = -[(F - m_{\text{сат}} g) \sin(\varphi) + F_{\text{хи.сат}} \cos(\varphi)] l_D.$$

Для начального звена проекции реакции в опоре A , определенные непосредственно из уравнений кинестатики, независимы:

$$\Sigma F_z = 0; \quad -F_{zBu} - F_{zC} - m_B g + F_{zA} = 0; \quad (15)$$

$$\Sigma F_x = 0; \quad -F_{xBu} - F_{xC} + F_{xA} = 0, \quad (16)$$

где F_{zBu} , F_{xBu} – проекции центробежной силы сателлита;

F_{zA} , F_{xA} – проекции реакции в опоре A ;

m_B – масса водила.

Исследование производили на ПЭВМ в среде MATHCAD. Результат расчета тангенциальной силы E_{tE} в зацеплении представлен на рис. 3, максимальное ее значение составило 6,566 кН.

Расчет параметров зубчатого ремня вели по стандартной методике [1] по двум вариантам: по максимальной тангенциальной силе $F_{tE} = 6,566$ кН; по мощности двигателя (проверочный расчет) $N = 30$ кВт.

На основании расчета принято для каждого преобразователя по три ремня типа XXL шириной 50,8 мм. Выполненный проверочный расчет давления на зубьях показал их достаточную прочность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Высш. шк., 2000. – 447 с.

2. Пат. RU 43211 U1 РФ МПК⁷ В 27 В 3/00. Планетарный механизм резания лесопильной рамы /В.Г. Новоселов, А.И. Кузнецов. – № 2004125332/22; заявлено 18.08.2004; опубл. 10.01.2005, Бюл. № 1. – 2 с.

2. Шабалин Л.А. Влияние траектории движения пил на производительность / Л.А. Шабалин, В.С. Белошейкин, А.П. Головачев, В.И. Смирнов // Деревообраб. пром-сть. – 1986. – № 1. – С. 4–6.

V.G. Novoselov, A.I. Kuznetsov

Investigation of Modernized Planetary Cutting Mechanism

Parameters of the flexible link – the crown wheel of converter – have been determined in the process of kinematical and power research of the modernized planetary cutting mechanism of the log frame with complete balancing of forces affecting the basement.

УДК 674.812

В.Г. Дедюхин, В.Г. Бурындин, Н.М. Мухин, А.В. Артемов

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ПРЕССОВАНИЕМ В ЗАКРЫТЫХ ПРЕСС-ФОРМАХ ИЗ ФЕНОПЛАСТОВ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

Приведены результаты исследований изучения технологических свойств пресс-композиции из древесных частиц без добавления связующих и физико-механических свойств пластиков из этих композиций; изучено влияние низкомолекулярных (органических и неорганических) модификаторов, а также воды в процессе образования пластиков.

Ключевые слова: древесный пластик, карбамид, текучесть по Рашигу, шлифовальная пыль, фанера.

Запас древесины в России оценивается в 80 млрд м³. Степень ее использования составляет 65 ... 70 %, причем химическим и химико-механическим методом перерабатывают всего 15 ... 17 % (мировой уровень – 50 ... 70 %). На гидролизных предприятиях накапливается 1,5 млн т в год гидролизного лигнина в пересчете на сухое вещество [9].

Одно из рациональных направлений эффективного использования отходов деревообработки – получение из них пресс-материалов (древесных прессовочных масс) на основе феноло- и карбамидоформальдегидных смол [3, 8, 14]. Однако введение в эти композиции от 11 до 35 % синтетических связующих удорожает стоимость плит и делает их экологически небезопасными.

Поэтому большой интерес представляют древесные пластики, получаемые без добавления связующих. Исходным сырьем могут быть не только мелкие древесные частицы, но и гидролизный лигнин и растительные остатки однолетних растений (костра льна и конопли, стебли хлопчатника, солома и др.). В работе А.Н. Минина [10] такой материал назван пьезотермопластиком.

В УГЛТУ ведутся работы по получению материалов из древесных и других растительных отходов без добавления связующих: с 1961 г. в открытых пресс-формах (между обогреваемыми плоскопараллельными плитами) – лигноуглеводный древесный пластик [12], с 1996 г. в закрытых пресс-формах – древесный пластик без связующего (ДП-БС) [4, 6].

Технология получения плит и изделий из древесных пластиков без связующего не находит широкого применения из-за длительного цикла прессования, так как пластик охлаждают в пресс-форме под давлением (низкая производительность оборудования и оснастки, а расход тепла большой). Нами предложена технология прессования изделий, основанная на использовании выносных пресс-форм и в качестве тепло- и хладоносителя – воздуха. При этом производительность возрастает в 5 и более раз по сравнению с традиционной технологией для таких пресс-материалов, значительно сокращается расход тепла.

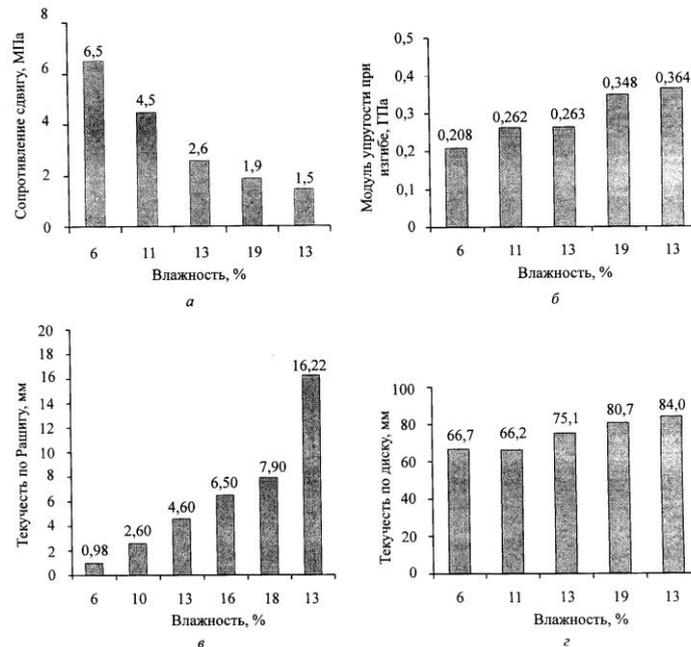
Одним из недостатков древесных пресс-композиций без добавления связующих является их низкая текучесть. Например, текучесть ДП-БС из отходов деревообработки (фракция 0 ... 2 мм) по методу прессования плоского образца-диска [7] при влажности 10 % составляет 78 мм, а при 20 % – 95 мм [5]; текучесть по Рашигу данной пресс-композиции при влажности 10 % – 9 мм, а при 20 % – 29 мм.

Дешевым сырьем для изготовления ДП-БС является шлифовальная пыль от производства фанеры (ШП-Ф) и древесностружечных плит (ШП-ДСтП). Так при объеме производства ДСтП 100 тыс. м³/год количество образующейся ШП-ДСтП составляет 7,5 тыс. т [11]. В работе [2] показано, что ШП-ДСтП можно использовать в производстве фенопласта марки ОЗ-010-02, соответствующего требованиям ГОСТ 5689-86 (см. таблицу).

Состав и свойства фенопластов на основе древесной муки и ШП-ДСтП

Показатель	Значение показателя для наполнителя	
	Древесная мука	ШП-ДСтП
Состав, %:		
фенолформальдегидная смола	42,8	37,5
древесный наполнитель	42,6	42,0
уротропин	6,5	7,0
мумия	4,4	–
известь (гидроксид магния)	0,9	0,7
стеарин	0,7	0,6
каолин	–	4,4
нигрозин	1,1	–
Свойства:		
прочность при изгибе, МПа	69	66...69
ударная вязкость, кДж/см ²	5,9	5,9...7,0
электрическая прочность, кВ/см	14,0	16,7...17,2

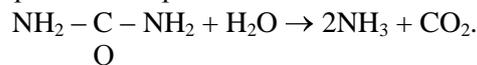
Зависимость свойств пресс-материала на основе ШП-Ф без добавления связующего от влажности (при влажности 13 % проведена модификация карбамидом): *a* – сопротивление сдвигу; *b* – модуль упругости при изгибе; *в* – текучесть по Рашигу; *г* – текучесть по диску



Цель данного исследования – разработка рецептуры ДП-БС на основе ШП-Ф и нахождение оптимальных режимов прессования изделий со свойствами, близкими к свойствам фенопласта ОЗ-010-02.

По текучести ДП-БС на основе ШП-Ф значительно уступает фенопластам, поэтому из него можно изготавливать изделия простой конфигурации. Текучесть материала по Рашигу и по диску в зависимости от его влажности приведена на рисунке.

Известно, что модификация древесины аммиаком значительно увеличивает ее пластичность. Оптимальное количество аммиака составляет 5 % [13]. В качестве источника аммиака предложено использовать карбамид, который в условиях прессования разлагается:



Количество аммиака $m_{\text{ам}}$ и углекислого газа $m_{\text{у.г.}}$, образующихся при разложении карбамида $m_{\text{к}}$ можно рассчитать по формулам

$$m_{\text{ам}} = m_{\text{к}} / 1,765; \quad m_{\text{у.г.}} = 0,733 m_{\text{к}}.$$

По нашему мнению, применение карбамида более целесообразно, так как образующийся углекислый газ создает слабокислую среду, что способствует поликонденсации лигнина и легкогидролизуемой части целлюлозы – гемицеллюлоз. Это совпадает с мнением авторов работ [1, 10].

Вода в процессе получения древесного пластика без добавления связующего необходима как пластификатор древесины и химический реагент, участвующий в реакциях с компонентами древесины.

Согласно [12], для протекания химических процессов, происходящих при образовании пластика из сосновых частиц при давлении 2,5 МПа, исходная влажность древесины должна составлять 7 ... 9 %. При использовании лиственных пород (осина, ольха) исходная влажность должна быть несколько выше – 10 ... 12 %. Чтобы придать древесине пластичность, содержание влаги, которое зависит от породы древесины и давления прессования, должно быть еще больше.

Кроме того, при использовании в качестве модификатора карбамида необходимо дополнительное количество воды для его разложения (см. вышеприведенную схему). Количество воды для прохождения реакции можно рассчитать по формуле $m_v = 0,53 m_{ам}$.

Следовательно, при образовании ДП-БС на основе ШП-Ф с использованием в качестве модификатора карбамида оптимальное содержание воды должно составлять около 13 %.

Для модификации пресс-композиции на основе ШП-Ф было использовано 9 % мас. карбамида. Это позволило значительно повысить вязкотекучие свойства пресс-материала. Например, текучесть по Рашигу, при влажности исходного материала 13 % мас., возросла в 3,5 раза, текучесть по диску – с 75 до 84 мм, модуль упругости при изгибе – с 263 до 364 МПа, а сопротивление сдвигу, определенное согласно [7], уменьшилось с 2,6 до 1,5 МПа

Таким образом можно сделать следующие выводы:

– с использованием метода математического планирования эксперимента вида 3^2 изучено влияние влажности ШП-Ф ($X_1 = 11 \pm 5 \%$) и давления прессования ($X_2 = 15 \pm 10$ МПа) на свойства ДП-БС (температура прессования 170 °С);

– при обработке результатов экспериментов получены адекватные уравнения регрессии в виде полинома второго порядка:

$$Y_1(\sigma_{изг}) = 34,9 + 6,6 X_1 + 16,9 X_2 - 1,4 X_1^2 - 4,3 X_2^2 - 3,0 X_1 X_2;$$

$$Y_2(B_0) = 34,5 - 21,8 X_1 - 76,7 X_2 + 26,3 X_1^2 - 3,8 X_2^2 + 75,5 X_1 X_2.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базарнова Н.Г. Влияние мочевины на свойства прессованных материалов из древесины, подвергнутой гидротермической обработке / Н.Г. Базарнова, А.И. Галочкин, В.С. Крестьянников // Химия растительного сырья. – 1997. – № 1. – С. 17–21.

2. Бурындин В.Г. Изучение возможности использования шлифовальной пыли ДСтП для получения фенопластов / В.Г. Бурындин [и др.] // Технология древесных плит и пластиков: межвуз. сб. – Екатеринбург, УЛТИ, 1994. – С. 82–87.

3. Вигдорович А.И. Древесные композиционные материалы в машиностроении (справочник) / А.И. Вигдорович, Г.В. Сагалаев, А.А. Поздняков. – М.: Машиностроение, 1991. – 152 с.

4. Дедюхин В.Г. Древесные пластики без добавления связующих (ДП-БС): сб. тр., посвященный 70-летию инженерно-экологического факультета УГЛТУ / В.Г. Дедюхин, Н.М. Мухин. – Екатеринбург, 2000. – С. 200–205.

5. Дедюхин В.Г. Исследование текучести древесной пресс-массы без добавления связующего / В.Г. Дедюхин, Н.М. Мухин // Технология древесных плит и пластиков: межвуз. сб. – Екатеринбург: УГЛТА, 1999. – С. 96–101.

6. Дедюхин В.Г. Прессование плитки облицовочной из массы прессовочной без добавления связующего / В.Г. Дедюхин, Л.В. Мясникова, И.В. Пичугин // Технология древесных плит и пластиков: межвуз. сб. – Екатеринбург: УГЛТА, 1997. – С. 94–97.

7. Дедюхин В.Г. Прессованные стеклопластики / В.Г. Дедюхин, В.П. Ставров. – М.: Химия, 1976. – 272 с.

8. Доронин Ю.Г. Древесные пресс-массы / Ю.Г. Доронин, С.Н. Мирошниченко, И.Я. Шулёпов. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 112 с.

9. Кононов Г.В. Химия древесины и ее основных компонентов / Г.В. Кононов. – М.: МГУЛ, 1999. – 247 с.

10. Минин А.Н. Технология пьезотермопластов / А.Н. Минин. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 296 с.

11. Отлев И.А. Справочник по производству древесностружечных плит / И.А. Отлев [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 384 с.

12. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших растительных остатков без добавления связующих / под ред. В.Н. Петри. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 360 с.

13. Получение, свойства и применение модифицированной древесины. – Рига: Зинатне, 1973. – 138 с.

14. Щербаков А.С. Технология композиционных древесных материалов / А.С. Щербаков, И.А. Гамова, Л.В. Мельникова. – М.: Экология, 1992. – 192 с.

V.G. Dedyukhin, V.G. Buryndin, N.M. Mukhin, A.V. Artyomov

Producing Items out of Phenoplasts by Pressing in Closed Press Molds without Adding Binding Agents

The research results of technological properties of presscomposition made of wood particles without adding binding agents and physicomechanical properties of plastics from these compositions are provided. The influence of low-molecular (organic and inorganic) modifiers and water in plastic formation process are studied.

УДК 674. 055: 621.914

В.И. Сулинов, А.К. Гороховский

Сулинов Вячеслав Иванович родился в 1939 г., окончил в 1962 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры станков и инструментов УГЛТУ. Имеет около 80 печатных работ в области деревообрабатывающего оборудования и инструмента.



Гороховский Анатолий Константинович родился в 1952 г., окончил в 1974 г. Уральский лесотехнический институт, ассистент кафедры станков и инструментов УГЛТУ. Имеет более 40 печатных работ в области деревообрабатывающего оборудования и инструмента.



НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ СБОРНЫХ ФРЕЗ

Предложена сборная фреза в форме ножевого вала со специальными монтажными кольцами, закрепленными на его торцах.

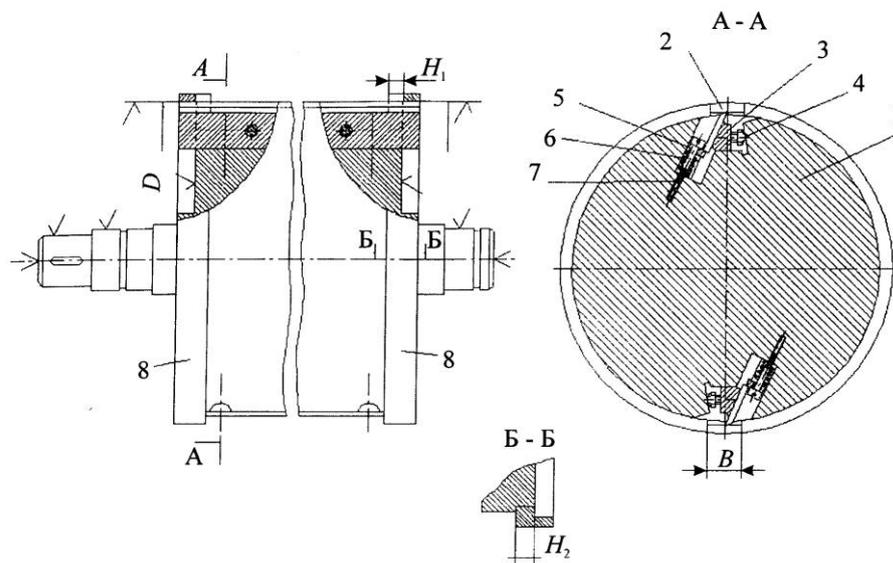
Ключевые слова: монтажные кольца, точность установки ножей, базирование.

Современные как отечественные, так и зарубежные модели четырехсторонних продольно-фрезерных станков обрабатывают нижнюю и верхнюю пласти заготовки консольно закрепленными сборными фрезами – ножевыми головками. Известно, что при установке сборных фрез по схеме симметричного двухопорного ножевого вала, как это имеет место в рейсмусовых и фуговальных станках, можно на порядок увеличить жесткость системы станок–инструмент–деталь и тем самым повысить точностные показатели станка.

Для четырехсторонних продольно-фрезерных станков консольная схема закрепления фрез является вынужденной. Она позволяет снимать ножевую головку со шпинделя и после установки ножей на отдельном стенде [3] снова возвращать ее на рабочее место. Но как бы точно не были установлены ножи, после перебазирования фрезы на рабочее место возникают дополнительные погрешности. В результате при существующей схеме крепления ножевых головок и технологии установки ножей добиться необходимой точности (до 0,03 мм [1]) в расположении лезвий практически невозможно.

На кафедре станков и инструментов УГЛТУ был создан экспериментальный образец двухопорного симметричного ножевого вала (см. рисунок), по краям корпуса которого закреплены специальные установочные кольца 8. Сборная фреза [4] состоит из корпуса 1, во внутренних пазах кото-

рого установлены ножи 2, прижимные клинья 3 с упорными винтами 4. Тыльная кромка каждого ножа опирается на две шайбы 5, поддерживаемые пружинами 6, которые базируются на стержневой части регулировочных винтов 7, обеспечивающих при завинчивании в корпус фрезы регулировку положения шайб и ножей относительно оси вращения фрезы. Кольца в сечении имеют Г-образный профиль, причем по меньшему диаметру кольца имеет место неподвижное соединение с корпусом фрезы, а по большему диаметру устанавливают ножи. В соответствии с числом пар ножей установочные кольца снабжены сквозными радиальными пазами. Глубина этих



Ножевой вал с установочными кольцами

пазов H_1 превышает ширину посадочного участка кольца H_2 примерно на 0,5 мм. По ширине B пазы колец симметричны лезвиям ножей.

Процесс настройки сводится к следующему. Подлежащий установке нож заводится в паз корпуса фрезы таким образом, чтобы его тыльная кромка опиралась на шайбы. Далее с помощью отвертки частично вывинчивают регулировочные винты, освобождают пружины, которые через шайбы приподнимают нож до тех пор, пока он не упрется в установочную поверхность колец. После этого нож зажимают с помощью упорных винтов.

Такой вариант использования установочных колец при настройке ножей в сборных фрезах позволяет повысить точность установки фрез в среднем до 0,02 ... 0,03 мм за счет того, что установочную поверхность колец и базовые поверхности шеек вала в месте установки подшипников обрабатывают в центрах станка.

Таким образом, появляется возможность у станков класса С16 и С25 заменить ножевые головки на более жесткие ножевые валы, которые, благодаря их более высокой точности, могут работать с уменьшенной частотой

вращения до 3000 ... 4000 мин⁻¹, обеспечивающей снижение шума до санитарных норм без каких-либо дополнительных мероприятий [2].

Для повышения оперативности расчетов по определению скорости подачи V_s при фрезеровании с учетом фактической точности инструмента $\Delta = R_1 - R_2 < 60$ мкм (Δ – точность фрезы по критерию удаленности лезвий от центра вращения; R_1 и R_2 – соответственно радиусы окружности резания первого и второго ножей) предложено подачу на один оборот S_n определять по следующей формуле:

$$S_n = 2 [(0,06 D - 0,0036)^{1/2} - (0,06D - 0,0036 - \Delta D)^{1/2}],$$

где $D = 2R$ – заданный диаметр окружности резания, мм;

ΔD – произведение точности на заданный диаметр.

Следовательно, для определения максимальной скорости подачи из условия качества обработанной поверхности $R_{m \max} \leq 60$ мкм достаточно знать Δ и максимальное значение D .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Амалицкий В.В.* Деревообрабатывающие станки и инструменты / В.В. Амалицкий [и др.]. – М.: Академия, 2002.
2. *Вандерер Н.Н.* Специальный дереворежущий инструмент / Н.Н. Вандерер, Г.А.Зотов. – М.: Лесн. пром-сть, 1983.
3. *Комаров Г.А.* Четырехсторонние продольно-фрезерные станки для обработки древесины / Г.А. Комаров. – М.: Лесн. пром-сть, 1983.
4. *Сулинов В.И.* Свидетельство на полезную модель / В.И. Сулинов, А.К. Гороховский. – № 30114 от 22. 01.2003 г.

V.I. Sulinov, A.K. Gorohovsky

New Design of Modular Milling Cutters

Modular milling cutter in the form of a cutter drum with special mounting rings tightened to its faces is proposed.

УДК 674.817

И.В. Яцун, Ю.И. Ветошкин

РАСЧЕТ МИНИМАЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНО-КЛЕЕВОЙ ПРОСЛОЙКИ В СЛОИСТОМ МАТЕРИАЛЕ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ

Приведена методика расчета минимальной толщины защитно-клеявого слоя слоистого материала специального назначения на основе древесины, обеспечивающего достаточные защитно-прочностные характеристики.

Ключевые слова: защитный материал, защита от рентгеновского излучения, фанера специального назначения, защитно-клеявая прослойка, конструкционный материал, отделочный материал.

Известно, что создание слоистых пластиков из шпона с включением в конструкцию фольги, полиэтилена, стекла, армирующих сеток и др. позволяет расширять область применения древесины и получать материалы с заранее задаваемыми свойствами.

Поисковые работы и лабораторные исследования, проведенные на кафедре механической обработки древесины УГЛТУ, позволили создать конструкцию слоистого материала на основе древесины (березовый лущеный шпон) и фольги из легкоплавкого сплава Вуда. Этот материал можно использовать в качестве защитного, конструкционного и отделочного материала в местах применения ионизирующего (в частности рентгеновского) излучения.

Фольга из легкоплавкого сплава Вуда помимо защитной функции играет и роль связующего. Недостаток такого армирующего слоя – его дороговизна, связанная с высокой стоимостью цветных металлов, входящих в сплав.

Цель теоретических исследований – определение минимальной толщины фольги из сплава, которая обеспечивала бы достаточные прочностные (ГОСТ 9624–93, ГОСТ 9625–87, ГОСТ 9622–87) и защитные [4] свойства материала.

Поставленную задачу решали с помощью расчета расхода связующего, необходимого для создания конструкции слоистого материала [3].

Для обеспечения прочного клеявого соединения [6] связующее расходуется для заполнения неровностей поверхностей шпона Q_1 ; капиллярного всасывания в граничные слои Q_2 ; создания сплошного «клеявого» слоя минимальной толщины Q_3 .

Общий расход связующего можно определить как сумму

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (1)$$

1. Количество связующего, расходуемое на заполнение объема зазора между контактирующими поверхностями шпона:

$$Q_1 = V_3 \rho, \quad (2)$$

где V_3 – объем зазора между листами шпона при их контакте [8], м³;
 ρ – плотность сплава Вуда, $\rho = 9,7 \cdot 10^6$ г/м³.

Результаты расчета количества связующего, расходуемого на заполнение объема зазора Q_1 , в зависимости от качества обработки поверхности лущеного шпона R_{\max} , представлены в таблице.

2. Глубина проникновения клеевого слоя в граничные слои шпона при изготовлении слоистого материала (согласно экспериментальным данным [8]) составляет 0,3 мм. Количество связующего, расходуемое на проникновение в граничные слои шпона:

$$Q_2 = V' \rho, \quad (3)$$

где V' – объем связующего, проникшего на глубину до 0,3 мм, при условной пористости древесины 37,2 % и влажности 8 %.

R_{\max} , МКМ	63	73	93	119	144
$Q_{1,2}$, г	74,88	88,27	103,11	117,37	133,86

Тогда

$$Q_2 = 1 \cdot 0,0003 \cdot \frac{37,2}{100} \cdot 9,7 \cdot 10^6 = 1082,5 \text{ г.}$$

3. Для придания конструкции слоистого материала защитных свойств от рентгеновского излучения необходимо создать сплошной и однородный по толщине «клеевой» слой, который должен нести основную защитную функцию. Для определения минимальной толщины сплошного слоя воспользуемся основным законом ослабления рентгеновского излучения:

$$I = I_0 e^{-\mu x}, \quad (4)$$

где I_0 и I – соответственно значение интенсивности пучка, падающего на вещество и дошедшего до глубины x , кэВ;

μ – линейный коэффициент ослабления сплава Вуда, см⁻¹;

x – толщина материала, см.

Линейный коэффициент ослабления определенного элемента пропорционален его плотности, поэтому введем массовый коэффициент ослабления, характеризующий ослабление излучения единицей массы вещества:

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho}, \quad (5)$$

где μ_m – массовый коэффициент ослабления, см²/г.

Для вещества сложного химического состава имеем

$$\mu_m = \mu_{m1} P_1 + \mu_{m2} P_2 + \dots + \mu_{mn} P_n, \quad (6)$$

где $\mu_{m1} \dots \mu_n$ – массовые коэффициенты ослабления соответствующих

$$\text{частей, } \mu_{m1} = \frac{\mu_1}{\rho_1}; \mu_{m2} = \frac{\mu_2}{\rho_2}; \dots \mu_{mn} = \frac{\mu_n}{\rho_n};$$

P_1, P_2, \dots, P_n – их относительные весовые количества.

Поскольку сплав Вуда является веществом сложного химического состава, то величину линейного коэффициента ослабления можно определить на основании элементарного состава [7] и линейных и массовых коэффициентов ослабления его составляющих [2].

Массовый коэффициент ослабления сложным образом зависит от атомного номера химического элемента и длины волны рентгеновского излучения [1]. Для определения массовых коэффициентов ослабления элементов, входящих в состав сплава, в зависимости от рабочего напряжения рентгеновской трубки воспользуемся номограммой [5]. Рассчитаем массовые коэффициенты ослабления сплава Вуда согласно (6) и определим линейные коэффициенты ослабления по формуле (5).

Преобразовав формулу (4) и задав величину кратности ослабления рентгеновских лучей, прошедших через слой фольги из сплава Вуда, рассчитаем толщину защитного слоя фольги. Результаты расчета представлены в виде графиков на рис. 1.

7*

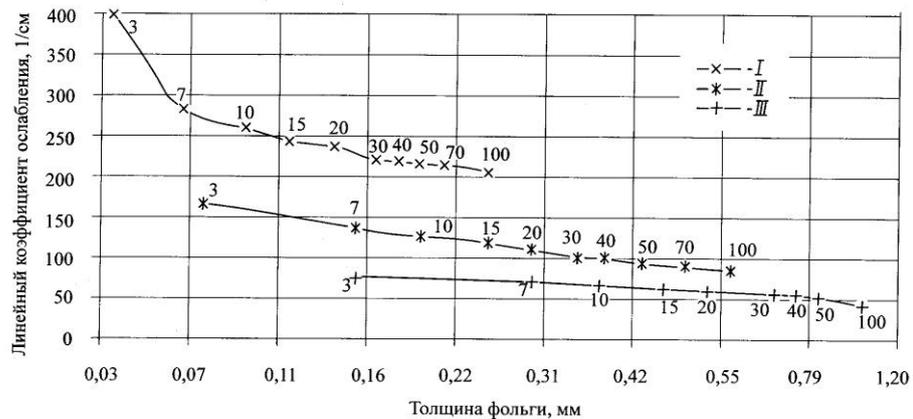


Рис. 1. Зависимость линейного коэффициента ослабления фольги из сплава Вуда от ее толщины (цифрами обозначена кратность ослабления рентгеновских лучей) при напряжении 50 (I), 75 (II) и 100 кэВ (III)

Из рис. 1 видно, что при рабочем напряжении рентгеновской трубки 75 кэВ (наиболее часто применяемого в медицине) и кратности ослабления рентгеновского излучения в 40 раз толщина защитного слоя должна составлять не менее 0,36 мм. Трехслойная конструкция материала, имеет два «клеевых» слоя, т.е. для получения слоистого материала с требуемыми свойствами толщина каждого из слоев должна составлять не менее 0,18 мм.

Количество связующего, расходуемое на создание сплошного слоя на 1 м^2 слоистого материала:

$$Q_3 = V''\rho, \quad (7)$$

где V'' – объем сплошного слоя толщиной $0,18 \text{ мм}$ на площади 1 м^2 .

Тогда

$$Q_3 = 0,00018 \cdot 9,7 \cdot 10^6 = 1746 \text{ г.}$$

Таким образом, на основании теоретических расчетов, подкрепленных экспериментальными данными, определена минимальная толщина фольги из сплава Вуда, необходимая для создания слоистого материала, обладающего защитными свойствами от рентгеновского излучения.

Также определена зависи-

мость между толщиной фольги и качеством поверхности березового лущеного шпона (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что с увеличением высоты неровностей поверхности шпона, требуется увеличить толщину фольги из сплава. Это объясняется, главным образом, увеличением зазора между контактирующими листами шпона, т.е. того пространства, которое должен заполнить сплав.

Поскольку березовый лущеный шпон является веществом органического происхождения, то его защитные свойства от рентгеновского излучения пренебрежительно малы по сравнению с защитными свойствами сплава Вуда. Поэтому защитные свойства слоистого материала напрямую определяются толщиной фольги.

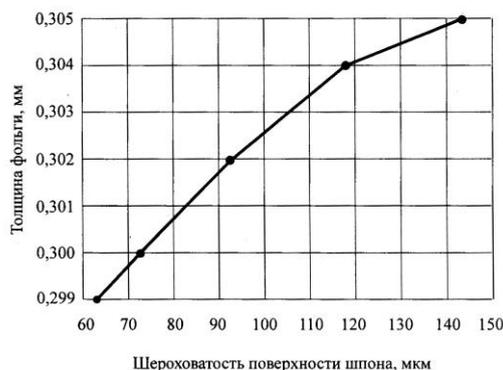


Рис. 2. Зависимость толщины фольги из сплава Вуда от шероховатости поверхности шпона при создании слоистого материала специального назначения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аглинцев К.К.* Дозиметрия ионизирующего излучения / К.К. Аглинцев. – М.: Гос. изд-во техн.-теоретич. лит., 1957. – 503 с.
2. *Голубев Б.П.* Дозиметрия и защита от ионизирующего излучения / Б.П. Голубев. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во энергет. лит., 1963. – 336 с.
3. *Демкин Н.Б.* Контактное шлифование шероховатых поверхностей / Н.Б. Демкин. – М.: Наука, 1970. – 228 с.
4. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований. СанПиН 2.6.1.802–99. – М.: Изд-во «ИнтерСЭН», 2000. – 72 с.
5. *Миркин Л.И.* Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов / Л.И. Миркин. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1961. – 864 с.

6. Чубинский А.Н. Формирование клеевых соединений древесины / А.Н. Чубинский. – СПб: СПбГУ, 1992. – 164 с.

7. Шпагин А.И. Справочник по машиностроительным материалам: Т. 2 / А.И. Шпагин. – М.: Машгиз, 1959. – С. 320–355.

8. Яцун И.В. Слоистый материал специального назначения на основе древесины: дис. ... канд. техн. наук. / И.В. Яцун. – Екатеринбург, 2003 – 190 с.

I.V. Yatsun, Yu.I. Vetoshkin

Calculation of Minimal Thickness of Protective-glue Layer in Wood-based Laminated Material of Special Purpose

The technique for calculating the minimal thickness of protective-glue layer for the structure of wood-based laminated material of special purpose is provided, ensuring the sufficient protective-strength characteristics.



УДК. 630. 841.1

Т.И. Фролова

Фролова Татьяна Ивановна родилась в 1960 г., окончила в 1984 г. Башкирский государственный университет, старший преподаватель кафедры ландшафтного строительства Уральского государственного лесотехнического университета, соискатель. Имеет 9 печатных работ в области исследования биологических свойств антисептиков.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ АНТИСЕПТИКАМИ УЛТАН, СЕЛЬКУР С И ОУТОКУМПУ

Определены основные характеристики отечественного антисептика УЛТАН из группы ССА.

Ключевые слова: антисептик, защитные свойства, пробит-график, токсичность для разрушителей древесины, защищающая способность, коррозионная агрессивность, растворимость.

Древесина как органический материал является питательной пищей для многих организмов: разрушающих и окрашивающих ее: грибов, лесных и складских насекомых-ксилофагов, термитов, домовых и мебельных точильщиков, морских древоточцев и др. Без активных мер защиты продолжительность ее эксплуатации невелика, поэтому поиск новых видов антисептиков, обладающих высокими защитными свойствами, глубоким проникновением в древесину и сохранением в ней продолжительное время, актуален.

В ряде стран широко применяют водорастворимые антисептики на основе соединений мышьяка (V) и хрома (VI) с небольшими добавками сульфата или оксида меди: Болиден (Швеция), Селькур (Великобритания), Оутокумпу (Финляндия), Криптогиль (Франция), Доналит (Германия).

С середины 70-х прошлого века в УГЛТУ проводились разработки антисептиков группы ССА (Cr–Cu–As) из промышленных отходов мышьяка. Перспективными были признаны мышьяковые отходы комбината «Уралэлектромедь». Высокое содержание мышьяка в них и простые приемы удаления из промывной воды примесей позволили использовать их для получения препарата УЛТАН, состоящего из концентрата мышьяковой кислоты, бихроматов калия или натрия и сульфата меди.

В 1989 г. совместно с Институтом химии РАН в шламовом цехе комбината «Уралэлектромедь» на опытной установке был получен антисептик УЛТАН из медномышьяковых кеков [1]. Проведенный эксперимент показал реальную возможность организации на комбинате производства отечественного антисептика группы ССА. В декабре 1998 г. была получена первая тонна УЛТАНа и заключен договор с АОЗТ «Опора» о поставке 60 т

Таблица 1

Показатель	Значения показателя для антисептика		
	УЛТАН	Селькур С	Оутокумпу
Состав, %:			
окись меди CuO	12,23	13,70	14,20
окись хрома CrO ₃	28,65	33,50	37,60
окись мышьяка As ₂ O ₅	21,12	31,60	23,60
Плотность концентрата, г/см ³	2,07	1,99	1,57

антисептика. На этом предприятии была организована пропитка столбов (г. Усогорск, Республика Коми).

Цель наших исследований – сравнить свойства промышленных антисептиков группы ССА: УЛТАНа (Россия), Селькура С (Англия), Оутокумпу ОК – К33 С (Финляндия). Все препараты использовали в виде 3 %-х растворов концентратов, характеристики которых приведены в табл. 1.

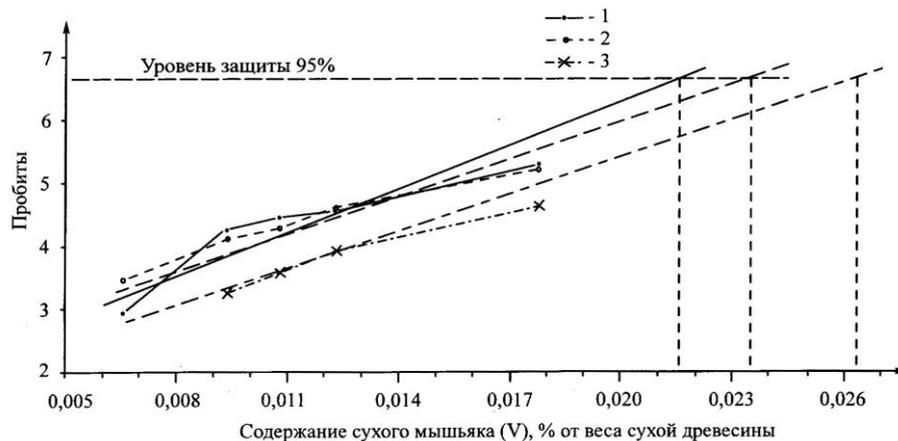
Основные свойства, определяющие качество антисептиков: высокая токсичность (ядовитость) для разрушителей древесины; высокая защищающая способность; надежность фиксации в древесине и отсутствие неблагоприятного влияния на физические и механические свойства; хорошая и быстрая растворимость в воде; отсутствие осадка; стабильность растворов в процессе пропитки; безопасность пропитанной древесины для растений, животных и человека; безопасность процесса пропитки древесины, отсутствие вредных отходов, возможность регенерации отходов; безопасность использования пропитанной древесины в процессе эксплуатации; способность пропитанной древесины к склеиванию и окраске.

В процессе исследования основных свойств использовали вероятностный метод. В табл. 2 приведены результаты оценки токсичности УЛТАНа, Селькура С и Оутокумпу для пленчатого домового гриба (для каждой концентрации и антисептика испытано по 100 образцов).

Таблица 2

Содержание мышьяка в древесине, %	УЛТАН			Селькур С			Оутокумпу		
	Число неразрушенных образцов, шт.	Вероятность защиты	Пробиты	Число неразрушенных образцов, шт.	Вероятность защиты	Пробиты	Число неразрушенных образцов, шт.	Вероятность защиты	Пробиты
0,0169	62	0,62	5,30	61	0,61	5,30	37	0,37	4,65
0,0112	34	0,34	4,60	35	0,35	4,60	15	0,15	3,95
0,0098	27	0,27	4,40	23	0,23	4,25	7	0,07	3,50
0,0084	22	0,22	4,25	20	0,20	4,15	4	0,04	3,25
0,0056	2	0,02	2,95	6	0,06	3,45	Нет	0,01	2,65*

* Условный пробит.



Пробит-графики токсического действия УЛТАНа (1), Селькура С (2) и Оутокумпу (3) на пленчатый домовый гриб

На основании данных табл. 2 построены пробит-графики, отражающие токсическое действие антисептиков УЛТАН, Селькур С, Оутокумпу на пленчатый домовый гриб (см. рисунок).

При 95 %-м уровне защиты древесины содержание мышьяка (V) к весу сухой древесины составило для УЛТАНа, Селькура С и Оутокумпу соответственно 0,0207, 0,0227 и 0,0253 %. Таким образом можно считать, что эти антисептики практически не отличаются друг от друга по токсичности для пленчатого домового гриба, т.е. должны обладать одинаковой эффективностью при защите древесины от гниения и разрушения насекомыми.

Под защищающей способностью понимают способность антисептика обеспечивать защиту древесины в реальных условиях длительное время. Она тесно связана со способностью антисептика фиксироваться в древесине и может быть оценена в ходе полигонных и лабораторных испытаний. Полигонные испытания осуществляли на специально подготовленных площадках, на которых устанавливали пропитанные детали конструкций реальной величины. Недостаток метода – длительность испытаний.

Лабораторные испытания проводят с помощью вероятностного метода. Мелкие образцы в виде куба со стороной 5 ... 6 мм, содержащие известное количество антисептика, подвергают вымыванию в воде в течение определенного промежутка времени, затем испытывают на культурах пленчатого домового гриба вместе с образцами, не подвергавшимися вымыванию, и контрольными (не содержат испытываемого антисептика). По полученным результатам можно дать достаточно надежный прогноз продолжительности эксплуатации пропитанных деталей, а при помощи пробит-графиков определить количество вымытого в воде антисептика и скорость этого процесса [2].

Известно, что антисептики группы ССА хорошо фиксируются в древесине и поэтому обладают высокой защищающей способностью. Исхо-

для из этого образцы были пропитаны уменьшенным в 6 раз количеством, которое планируется для промышленного применения, т.е. в них было введено 1,33 из 8,00 кг/м³. После пропитки образцы выдерживали в течение одной недели в сыром виде для фиксации, затем подсушивали до воздушно-сухого состояния. Перед вымыванием все образцы пропитывали чистой водой под вакуумом до полного насыщения, после этого их помещали в большой сосуд с водой и вымывали со сменой воды два раза в неделю.

Периодически (через месяц) вынимали из воды 100 образцов и испытывали на культурах гриба на устойчивость к гниению. Общая продолжительность испытаний 150 сут.

Для всех исследованных антисептиков установлена высокая устойчивость к вымыванию, т.е. их защищающая способность очень высокая.

Коррозионное действие мышьяковых препаратов оценивали по ГОСТ 26544–85 [3]. В качестве образцов использовали пластины из стали С-3 размером 75 × 15 × 1 мм. Готовили растворы защитных средств УЛТАН, Селькур С, Оутокумпу с концентрацией 3 %. Контроль – дистиллированная вода. Коррозионная агрессивность защитных средств по ГОСТ 26544–85 [3] приведена в табл. 3.

Как видно из табл. 3, растворы антисептиков концентрацией 3 % обладают одинаковой коррозионной агрессивностью, близкой к дистиллированной воде.

При изучении защитных средств особое внимание уделяют безопасности пропитанной древесины для окружающей среды. Антисептики УЛТАН, Селькур С и Оутокумпу в виде арсенатов при нейтральной реакции нерастворимы, т. е. безопасны для растений, животных, человека и вредителей древесины. Если вредители будут использовать обработанную древесину в пищу, то они должны осуществить кислый гидролиз полисахаридов, т. е. сильное локальное закисление участка древесины, при котором мышьяк переходит в растворимую форму и проявляет токсическое действие.

При введении в древесину в виде 2 ... 4 %-го водного раствора компоненты антисептика прочно фиксируются на волокнах. Через 7–10 дней после пропитки древесина полностью безопасна для человека, животных, растений и природной среды. Экологически чистым считается материал, обработанный препаратом в количестве 6 ... 12 кг/м³. Древесина защищена

Таблица 3

Антисептик	Скорость коррозии, г/м ² в сутки	Глубина проникновения коррозии, мм/год	Коррозионная агрессивность
УЛТАН	0,3021	0,01408	Средняя
Селькур С	0,4894	0,02290	«
Оутокумпу	0,6893	0,03226	«
Контроль	0,7170	0,03373	«

от биологического разрушения в самых сложных условиях эксплуатации на срок 25...30 лет и более.

Растворимость препаратов. Антисептики группы ССА являются хорошо растворимыми препаратами. Пропиточные растворы имеют рыжий коньячный цвет, прозрачны, без осадка.

Выводы

1. По своим свойствам антисептик УЛТАН практически не отличается от зарубежных аналогов.

2. Более удобны для упаковки, перевозки и хранения (по сравнению с сухими препаратами) паста и влажные брикеты, содержание действующего вещества в которых приближается к 100 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. № 1584291. Способ получения антисептического состава для пропитки древесины.

2. Беленков Д.А. Вероятностный метод исследования антисептиков для древесины / Д.А. Беленков. – Свердловск, 1991.

3. ГОСТ 26544–85. Средства защитные для древесины. Метод оценки коррозионной агрессивности. –1985.

T.I. Frolova

Wood Preserving Efficiency by Antiseptics ULTAN, Selkur C and Outokumpu

The main characteristics of the Russian antiseptic ULTAN of SSA group are defined.

УДК 684.657.3

Ю.И. Ветошкин, О.Н. Чернышев, А.Н. Ильичева

Ветошкин Юрий Иванович родился в 1945 г., окончил в 1969 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 110 печатных трудов в области техники и технологии деревообработки.



Чернышев Олег Николаевич родился в 1962 г., окончил в 1984 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, заведующий кафедрой механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 36 печатных работы в области проблем техники и технологии деревообработки.



ОТДЕЛКА ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СМОЛЫ

Дано обоснование применению рекомендуемой структуры лакокрасочного покрытия с улучшенными декоративными и эксплуатационными показателями.

Ключевые слова: отделка древесины, защитно-декоративное покрытие, лакокрасочное покрытие, адгезия, смола, обессмоливание, изолирующий грунт, спектрофотометр, декоративные и эксплуатационные показатели.

Смолистость является одним из основных факторов, препятствующих широкому применению в мебельном производстве отделки под натуральный цвет и в цвет красителя древесины хвойных пород. Смола, как правило, либо выступает на поверхность, либо находится в непосредственной близости к ней. Эта особенность древесины хвойных пород затрудняет окрашивание и может испортить лаковое покрытие.

Цель статьи – изучить влияние различных грунтовок на качество защитно-декоративных покрытий древесины сосны с повышенным содержанием смолы.

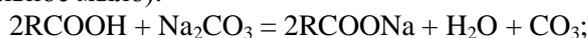
Количество смолы в древесине зависит от многих факторов: древесной породы, возраста дерева, времени года, места и условий произрастания (см. таблицу, где приведены средние данные для 10 деревьев сосны; смолистость – по Н.Д. Лескову).

Для получения качественных покрытий древесину обессмоливают с помощью растворения или омыления смолы на ее поверхности. Применяемые для этого составы можно разделить на растворяющие и омыляющие.

К растворяющим могут быть отнесены ацетон, спирт, бензол, четыреххлоридный углерод и другие органические растворители. Однако они огнеопасны и токсичны, поэтому как средство для обессмоливания поверхности древесины в деревообрабатывающей промышленности неприемлемы.

Показатель	Значение показателя			
	на высоте, м, от пня		под кроной	в середине кроны
	1	4		
Процент ядровой древесины от площади сечения	35,3	34,7	25,4	8,0
Смолистость ствольной древесины (количество эфирного экстракта), %	4,28	4,97	4,54	4,50

Широкое применение получили для этой цели углекислые соли щелочных металлов (натрий и калий), которые, взаимодействуя на поверхности древесины со смолистыми веществами, переводят их в растворимые в воде соли (канифольное мыло):



где R – радикал кислоты.

При последующей обработке теплой водой поверхность древесины освобождается от смолы. Терпены и скипидар, входящие в состав смолистых веществ, со щелочами не реагируют, но растворяются в смоляном мыле. Таким образом, смолистые вещества переходят в раствор и могут быть выделены. Процесс обессмоливания должен проводиться щелочью концентрацией 3 ... 6 % при температуре 60 ... 70 °С и длительности процесса 20 ... 30 мин.

Необходимость проведения операции обессмоливания может возникнуть при отделке хвойных пород древесины прозрачными лаками. В этом случае следует знать, что обработка щелочами ведет к потемнению древесины. Кроме этого, применяемые средства устраняют смолу только с поверхности и не гарантируют, что в процессе эксплуатации смола под действием каких-либо внешних (климатических) факторов вновь не выйдет на поверхность и не нарушит лаковое покрытие.

В настоящее время ведущие фирмы в области производства лакокрасочных материалов разрабатывают новые средства для борьбы со смолой, которые бы изолировали смолу внутри древесины и препятствовали ее выходу на поверхность.

На российском рынке представлены следующие средства для отделки смолистой древесины: 1 – изолирующий грунт Г 3016 фирмы «Herberts» наносят методом распыления на древесину хвойных пород с большим со-

держанием смолы; 2 – полиуретановый (ПУ) изолирующий силер 91675-03209 фирмы «Akzo Nobel» используют для отделки древесины, содержащей танниновые масла (розовое дерево, тик), а также для уменьшения впитывающей способности МДФ и исключения возможного образования пузырьков воздуха на открытых порах; 3 – ОКСОЛАККА фирмы «Тикурилла» – специальный лак для внутренних и наружных работ, предназначенный для замедления перехода смолы из сучков сквозь окрашенную поверхность.

Нами изучено взаимодействие смолистой древесины с обессмоливающими средствами и лакокрасочными материалами. Для проведения экспериментов были взяты образцы, выпиленные из сильно смолистых сосновых пиломатериалов влажностью 8 ... 12 %. Образцы (18 шт.) были простроганы и обработаны вдоль волокон сначала шлифовальной шкуркой № 12, а затем № 6.

На заготовки по предложенной нами схеме поочередно наносили обессмоливающие грунтовые материалы (изолирующий грунт Г 3016, ПУ

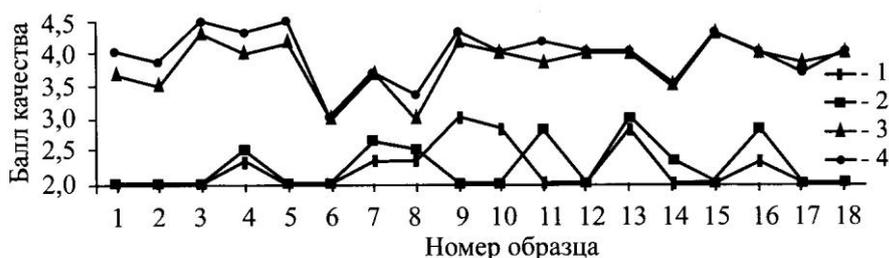


Рис. 1. Влияние способа обессмоливания на качество покрытия: 1 – необессмоленные образцы; 2 – обработанные ацетоном; 3 – обработанные ацетоном и покрытые грунтом; 4 – покрытые грунтом

изолирующий силер 91675-03209, ОКСОЛАККА и лаки в различных комбинациях (контрацид Д 3030 (фирма «Herberts») – 1-компонентный ПУ многослойный лак наносится методом налива и распыления, для открытопористой отделки деталей мебели; матовый ПУ лак 91625-00206 («Akzo Nobel») – 2-компонентный лак для внутренних работ, производства мебели и других предметов интерьера, имеет высокую износ- и химостойкость, эластичность и заполняющую способность; матовый лак НЦ-243 ГОСТ 4976–83 для отделки мебели и других изделий из древесины, эксплуатируемых внутри помещения).

Разные комбинации нанесения жидких лакокрасочных материалов на смолистую древесину и оценка качества полученного покрытия показали (рис. 1, 2), что значительное преимущество имели образцы, покрытые изолирующим грунтом; низкое качество у необессмоленных образцов. На необессмоленных образцах отмечено выступление смолы и липкость поверхности. Образцы, обработанные ацетоном, имели аналогичные дефекты, так как ацетон растворил смолу лишь на поверхности, с течением времени под действием повышенной температуры смола вновь появилась и проникла через

пленку лака. Образцы, покрытые изолирующим грунтом, не имели подобных дефектов. Защитно-декоративная пленка на них была более ровная.

Для сравнения изолирующих грунтов был построен график оценки качества прозрачного покрытия (рис. 2).

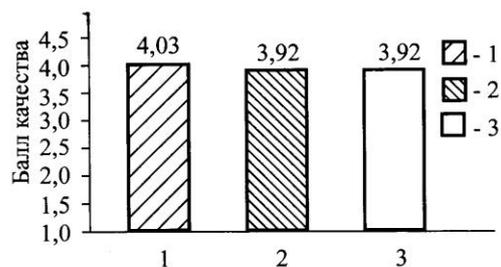


Рис. 2. Оценка качества прозрачного покрытия: 1 – изолирующий грунт; 2 – ПУ изолирующий силер; 3 – ОКСОЛАККА



Рис. 3. Влияние изолирующего грунта на качество покрытия: на необессмоленной древесине с красителем (1) и изолирующем грунте (2)

Эксперименты, проведенные с использованием красителей, помогают более наглядно сравнить качество защитно-декоративного покрытия на древесине, обработанной обессмоливающими грунтами и составами (рис. 3, 4).

Из графика, приведенного на рис. 3, видно различие в качестве полученного покрытия. На необессмоленных образцах отмечено: выступление смолы на поверхности, неравномерность окрашивания из-за того, что краситель неодинаково впитывается в раннюю и позднюю древесину и скатывается со смоляных участков; потускнение поверхности. Образцы, обработанные изолирующим грунтом, имели значительное преимущество в качестве, но по-разному показали себя при формировании защитно-декоративного покрытия с красителем: у образцов 6 – 12 показатели качества низкие. При нанесении красителя на образцы 6 – 12, покрытые ПУ изолирующим силером, наблюдалась неравномерность окрашивания, на некоторых образцах краситель скатывался.

Оценка качества цветного покрытия по пятибалльной шкале в зависимости от применяемого изолирующего грунта представлена на рис. 4.

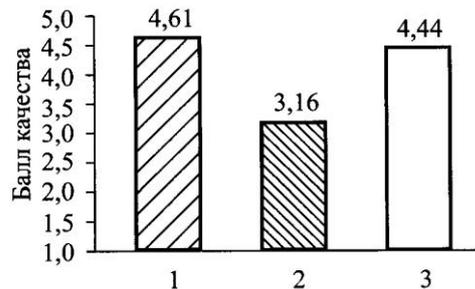


Рис. 4. Оценка качества цветного покрытия (см. обозначения на рис. 2)

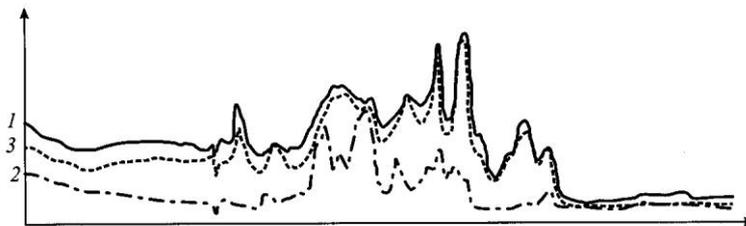


Рис. 5. Наложение ИК-спектров чистой древесины (1), изолирующего грунта (2) и древесины с грунтом (3)

При сравнении графиков (см. рис. 1, 3) видно, что значительное преимущество в качестве имеют образцы, покрытые изолирующим грунтом. На основании этого предположили, что грунт действительно изолирует смолу внутри подложки за счет его химического взаимодействия с компонентами смолистой древесины. Для подтверждения этого были проведены исследования на спектрофотометре UR-20. Спектры снимали в интервале частот $400 \dots 2100 \text{ см}^{-1}$; скорость регистрации $160 \text{ см}^{-1}/\text{мин}$; масштаб $10 \text{ мм} / 100 \text{ см}^{-1}$ (рис. 5).

ИК-спектры каждого образца были расшифрованы с использованием атласа. Было обнаружено, что спектры чистой древесины (1) и древесины с грунтом (3) отличаются друг от друга. Наиболее ярко это проявляется в интервалах частот $800 \dots 900 \text{ см}^{-1}$, $1000 \dots 1100 \text{ см}^{-1}$, $1100 \dots 1200 \text{ см}^{-1}$, $1200 \dots 1300 \text{ см}^{-1}$ и $1600 \dots 1700 \text{ см}^{-1}$. Интервалам $1000 \dots 1300 \text{ см}^{-1}$ соответствует один из вариантов расшифровки спектров с присутствием фосфора. При исследовании спектра грунта Г 3016 (2) в интервалах частот $1100 \dots 1200 \text{ см}^{-1}$ и $1700 \dots 1800 \text{ см}^{-1}$ выявлено, что одним из вариантов расшифровки спектра является вариант с присутствием фосфора.

Следовательно, можно предположить, что грунт содержит фосфорнокислые группы, которые одновременно являются отвердителем, так как относительно слабая фосфорная кислота быстро распадается. Кислотные группы реагируют с гидроксильными группами как целлюлозы, так и лиг-

нина с образованием сложных эфирных групп. Это приводит к образованию водородных связей, количество которых трудно контролировать. За счет образования дополнительных связей верхний слой подложки отверждается, создавая барьер для выхода смолы.

Выводы

1. Защитно-декоративное покрытие с использованием барьерного грунта фирмы «Herberts» на древесине сосны с повышенным содержанием смолы имеет высокие декоративные свойства, при сравнении с другими покрытиями на нем не обнаружены дефекты.

2. По ИК-спектрам полученных разных комбинаций структуры лакокрасочного покрытия можно утверждать, что барьерный слой для смолы создается за счет образования водородных связей, упрочняющих верхний пропиточный слой подложки.

3. Применение изолирующих (барьерных) грунтов при формировании защитно-декоративного слоя на смолистой древесине позволяет получать качественные лакокрасочные покрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолов Б.Д. Химия древесины и основы высокомолекулярных соединений / Б.Д. Богомолов. – М.: Лесн. пром-сть, 1973.
2. Иванов М.А. Смолистые вещества древесины и целлюлозы / М.А. Иванов, Н.Л. Косович. – М.: Лесн. пром-сть, 1968.
3. Инфракрасная спектроскопия полимеров / под ред. Э.Ф. Олейника. – М.: Химия, 1976.
4. Онегин В.И. Формирование лакокрасочного покрытия древесины / В.И. Онегин. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983.
5. Прудников П.Г. Справочник по отделке мебели / П.Г. Прудников, Е.Э. Гольденберг, Б.К. Кордонская. – К.: Техника, 1982.
6. Технология формирования защитно-декоративного покрытия на древесине лакокрасочными материалами: учеб. пособие. – Екатеринбург, 2000.

Yu.I. Vetoshkin, O.N. Chernyshev, A.N. Iljicheva

Decorating Wood Coniferous Species with Excessive Resin Content

The use of the recommended structure of lacquer coating improving its decorative and operational factors is substantiated.





ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634*867:631.8

Ю.Л. Юрьев, А.В. Солдатов

Юрьев Юрий Леонидович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, заведующий кафедрой химической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет около 60 печатных работ в области термохимической переработки древесины.



Солдатов Александр Владиславович родился в 1957 г., окончил в 1979 г. Уральский лесотехнический институт, доцент кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства УГЛТУ. Имеет около 30 печатных работ в области оценки ресурсов круглых лесоматериалов и оптимального лесопользования.



ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрены вопросы термохимической переработки древесины в условиях лесопромышленного предприятия; приведен пример расчета ресурсов и выхода продуктов термохимической переработки.

Ключевые слова: таксационные показатели, выход сортиментов, алгоритм расчета, древесный уголь, металлургия.

При выполнении лесосечных и лесоскладских работ, вывозке древесины, обработке лесоматериалов в лесообрабатывающих цехах образуется значительное количество низкосортной и низкокачественной древесины и отходов. Использование этих ресурсов в качестве вторичного сырья позволяет повышать эффективность производства, а некоторым лесопромышленным предприятиям дает возможность выхода из кризиса.

По нашему мнению [3], наиболее реальным вариантом использования отходов, особенно лиственных пород, является их термохимическая пе-

переработка (ТХП). Ее продукты – газы, жидкости и твердые материалы. Остановимся на товарном продукте ТХП – древесном угле (ДУ).

Нами создан алгоритм расчета ресурсов и выхода продуктов ТХП древесного сырья на основе количественных и качественных характеристик имеющегося лесного фонда и принятой на конкретном предприятии технологии заготовки и переработки древесины.

Для примера рассмотрим лесопромышленное предприятие (леспромхоз), расположенное в Свердловской области, с объемом лесозаготовок 100 тыс. м³ в год и типичными таксационными показателями лесосырьевой базы:

Состав насаждения.....	4С2Е2Б2Ос
Средний объем хлыста, м ³	0,44
Запас на 1га, м ³	180
Средний диаметр на высоте груди, см.....	23,7
Средний диаметр в комле, см.....	29,6
Средняя высота, м / разряд высот.....	21,9/ III
Класс бонитета.....	III, 4

Годовой объем производства сортиментов рассчитаем с учетом производственных мощностей леспромхоза. На основе материалов отводов лесосечного фонда определим породную структуру планируемого под раскряжевку сырья, средний диаметр, выход деловой древесины и средний разряд высот, а также объемную структуру баланса раскряжевки хлыстов. Для этой цели воспользуемся методикой [2], позволяющей по известным таксационным характеристикам сырья и на основании регрессионных уравнений коэффициентов максимального выхода из здоровых и низкокачественных хлыстов определить объемы ресурсов.

Сырьем при раскряжевке хлыстов являлась низкосортная (пиловочник обычный и тарный кряж) и низкокачественная древесина мягколиственных пород – тонкомерное и среднетолщинное сырье диаметром 8 ... 20 см, дровяное сырье и отходы от раскряжевки и вторичной переработки.

Определив ресурсы выхода сортиментов, получим возможность оценить имеющиеся объемы сырья для различных видов производств в условиях нижнего склада.

В табл. 1 приведен расчет сортиментного состава древостоев для исходных данных, приведенных выше. При расчетах использованы таблицы Н.П. Анучина [1].

Анализируя данные табл. 1, можно сделать вывод, что число выпиливаемых сортиментов для лесопромышленного предприятия с небольшим объемом лесозаготовок превышает разумные пределы. Учитывая это, целесообразно общее число сортиментов сократить. Низкосортное пиловочное сырье, тарный и клепочный кряж, строительное бревно (имеет ограниченный сбыт), спичечный кряж (резко снижено производство спичек), короткие балансы целесообразно направить на таропиление, остальные сортименты отгружать потребителю в круглом виде.

Таблица 1

Сортимент	Сосна		Ель		Береза		Осина		Все породы		
	%	тыс.м ³	%	тыс.м ³	%	тыс.м ³	%	тыс.м ³	хвойные	листвен- ные	всего
Деловая древесина (без коры)	86	34,4	84	16,8	57	11,4	44	8,8	51,2	20,2	71,4
В том числе:											
пиловочник	55	18,9	53	8,9	6	0,7	20	1,8	27,8	2,5	30,3
строительное бревно	19	6,5	10	1,7	-	-	-	-	8,2	-	8,2
шпальник	5	1,8	2	0,3	-	-	-	-	2,1	-	2,1
тарный кряж	-	-	-	-	10	1,1	23	2	-	3,1	3,1
рудстойка	11	3,8	7	1,2	-	-	-	-	5	-	5
фанерный кряж	-	-	-	-	43	5,0	-	-	-	5	5
спичечный кряж	-	-	-	-	-	-	20	1,8	-	1,8	1,8
клепочный кряж	-	-	-	-	-	-	20	1,8	-	1,8	1,8
лыжный кряж	-	-	-	-	15	1,7	-	-	-	1,7	1,7
балансы	10	3,4	28	4,7	16	1,8	9	0,7	8,1	2,5	10,6
упаковочная стружка	-	-	-	-	10	1,1	8	0,7	-	1,8	1,8
Технологическое сырье	1	0,4	3	0,6	11	2,2	23	4,6	1	6,8	7,8
Дрова	1	0,4	3	0,6	11	2,2	18	3,6	1	5,8	6,8
Отходы	12	4,8	10	2	11	2,2	15	3,0	6,8	5,2	12
Итого	100	40	100	20	100	20	100	20	60	40	100

Таблица 2

Отходы	Лесосечные работы	Лесо-складские работы	Лесо-обрабаты-вающие цехи	Всего по предприятию
Общие	39,5	16,1	12,3	67,9
В том числе при-год-ные для ТХП:	18,5	4,5	12,3	35,3
хвойные	11,1	2,7	7,4	21,2
лиственные	7,4	1,8	4,9	14,1

8*

Кусковые отходы и их реальные ресурсы для ТХП (тыс. м³) в данных условиях образуются при лесосечных, лесоскладских работах и в лесообрабатывающих цехах (табл. 2).

Из общих ресурсов исключены проблемные или непригодные для ТХП (сучья, ветви, вершинки, пни, корни и древесная зелень (лесосечные работы), а также корье (лесоскладские работы)). Для них отсутствует технология ТХП, позволяющая получать ДУ необходимого уровня качества по приемлемой цене, что связано с большими затратами на подготовку сырья (сучья, ветви, пни) или с его высокой исходной зольностью (вершинки, корни, древесная зелень, корье).

ДУ может иметь как промышленное, так и бытовое применение. В промышленности основным потребителем ДУ является металлургия, где его используют в качестве топлива или углеродного восстановителя ферросплавного производства.

При выплавке чугуна к доменному топливу предъявляются следующие требования:

- высокая газопроницаемость насыпной массы, которая создается отсевом мелких фракций и высокой механической прочностью, сохраняющейся до высокой температуры; разрушение топлива в доменной печи недопустимо, так как это снижает газопроницаемость столба шихтовых материалов и затрудняет дренаж жидких продуктов плавки;

- пористость, обеспечивающая интенсивное горение в горне печи;

- высокая теплота сгорания, обеспечивающая достижение нужной температуры;

- низкое содержание вредных примесей (сера, фосфор), которые могут существенно ухудшить качество чугуна и повысить относительный расход горючего;

- низкое содержание золы, которая, переходя в шлак, увеличивает относительный расход горючего;

- низкий выход летучих веществ;

- невысокая стоимость.

Этим требованиям удовлетворяет ДУ с содержанием 70 ... 85 % нелетучего углерода, следов серы, 0,01 ... 0,04 % фосфора, 1 ... 2 % золы, 10 ... 30 % летучих веществ и 3 ... 5 % влаги, обладающий высокой пористостью (70 ... 90 %). Однако механическая прочность ДУ оставляет желать лучшего. Поэтому его используют в доменных печах высотой не более 16 ... 18 м.

Основные требования к качеству углеродистых восстановителей при получении ферросплавов:

- содержание твердого (нелетучего) углерода, золы, летучих веществ, рабочей влаги и серы;

- химический состав золы;

- удельное электрическое сопротивление;

- пористость;

физико-химические свойства (гранулометрический состав, прочностные характеристики);

восстановительная способность по отношению к оксидам определенного элемента.

Углеродистые восстановители применяют в зависимости от их физико-химических свойств, которые зависят от способа получения, мощности и конструкции печи, температуры восстановления, химического состава золы и летучих продуктов, электрического сопротивления, химической активности по отношению к конкретным оксидам и т.д. Поэтому обоснование и выбор конкретного восстановителя определяют при испытаниях в промышленных условиях.

Важным свойством шихты для получения ферросплавов углеродистым процессом с погруженными в шихту электродами является ее удельное электрическое сопротивление. Оно при прочих равных условиях зависит от гранулометрического состава отдельных компонентов и шихты в целом. В общем случае удельное электрическое сопротивление шихтовых материалов подчиняется правилу аддитивности. При этом с уменьшением размеров кусков используемых материалов удельное электрическое сопротивление должно возрастать. В тоже время при уменьшении размеров углеродистого восстановителя и неизменных размерах кусков руды удельное электрическое сопротивление снижается.

Чрезмерное уменьшение размеров кусков шихты снижает газопроницаемость ее столба в ванне печи, что может привести к снижению производительности агрегата и технико-экономических показателей выплавки ферросплавов. Электрическое сопротивление шихты может быть изменено путем смешения различных восстановителей вплоть до древесных отходов.

Исходя из технологических требований, можно сделать вывод, что в большинстве случаев требуется сравнительно прочный ДУ с высоким содержанием нелетучего углерода и низкой зольностью, особенно в отношении фосфора и серы, а в производстве ферросплавов, кроме этого, ДУ должен иметь и достаточное электрическое сопротивление.

Эти показатели в основном зависят от породы исходной древесины и конечной температуры ТХП. Самый слабый ДУ получают из еловой древесины, самый прочный – из березовой. Содержание нелетучего углерода в ДУ зависит, в основном, от конечной температуры ТХП. Обычно она находится в пределах 450 ... 650 °С. Если ДУ предполагается использовать в быту, то температуру ТХП принимают ближе к нижнему пределу, если в промышленности – к верхнему.

Исходя из сырьевых ресурсов, рассматриваемых в примере, и в соответствии с ГОСТ, предприятие может получать древесный уголь трех марок: А – из березы, Б – из осины, В – из сосны и ели. В нашем случае из отходов можно получить 3700 т ДУ, в том числе: марки В – 2120 т, марки Б – 710 т, марки А – 870 т общей стоимостью 24,2 млн руб. При средней цене сырья в Свердловской области 150 руб/м³ и условии, что ДУ будет продано как бытовое топливо, это даст прибыль около 10 млн руб.

Реальная ситуация в Свердловской области заключается в том, что осина не имеет сбыта, а из березы имеет сбыт только фанерное сырье (в примере – 5 тыс. м³). В этом случае ресурсы лиственной древесины для ТХП возрастают и при производстве 2120 т ДУ марки В возможно получение уже 2000 т ДУ марки Б и 1870 т ДУ марки А (всего 4990 т) общей стоимостью 41,6 млн руб, что обеспечивает прибыль от его продажи в размере около 22 млн руб на каждые 100 тыс. м³ объема лесозаготовок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анучин Н.П.* Сортиментные и товарные таблицы / Н.П. Анучин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 536 с.
2. *Прешкин Г.А.* Моделирование специализированной раскряжевки осиновых и березовых хлыстов / Г.А. Прешкин, А.В. Солдатов // Лесн. журн. – 1989. – № 3. – С. 43–48. – (Изв. высш. учеб. заведений).
3. *Юрьев Ю.Л.* Основные проблемы термохимической переработки лиственной древесины / Ю.Л. Юрьев // Материалы межд. научно-техн. конф., посвященной 75-летию АЛТИ-АГТУ. – Архангельск, 2004. – Т. 1. – С. 290–292.

Yu.A. Yurjev, A.V. Soldatov

Thermochemical Woodworking in Forest-industrial Enterprises

The questions of thermochemical woodworking in forest-industrial enterprises are considered; the example of resources calculation and products output of thermochemical treatment is provided.

УДК 676.1.022.1:668.743.54.

А.В. Вураско, Б.Н. Дрикер, М.А. Головкин

Вураско Алеся Валерьевна родилась в 1965 г., окончила в 1988 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры химии древесины и технологии ЦБП Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 70 печатных трудов в области каталитического окисления органических соединений и каталитической варки древесины.



ВЛИЯНИЕ РЕДУЦИРУЮЩИХ СВОЙСТВ АНТРАХИНОНА НА ПРОЦЕССЫ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ

Установлено, что каталитическая активность антрахинона зависит от его редуцирующей способности, что подтверждается результатами натронных варок древесины.

Ключевые слова: антрахинон, антрацен, фталевый ангидрид, константа скорости, энергия активации, натронная варка, целлюлоза, древесный остаток, лигнин, ультразвуковое поле.

Современные технологии производства целлюлозы, в частности с использованием в качестве катализатора антрахинона (АХ), позволяют получать высококачественные целлюлозные материалы при одновременном снижении вредного воздействия на окружающую среду. АХ является катализатором делигнификации древесины окислительно-восстановительного типа, его редуцирующая способность обусловлена переходом АХ в антрагидрохинон (АГХ). Последний взаимодействует с полимерной матрицей лигнина древесины и способствует его переводу в водорастворимое состояние, обеспечивая тем самым процесс делигнификации [6, 8]. За рубежом до 80 % сульфатной и натронной целлюлозы получают с использованием АХ. Расход АХ варьируют от 0,01 до 0,10 % к абсолютно сухой древесине (а. с. д.), увеличение выхода готового продукта составляет 2,5 ... 10,0 % [9, 10, 12, 13]. В отечественной практике этот показатель не превышает 1,5 ... 2,5 % при одинаковом расходе АХ [1, 2]. Такая разница, по нашему мнению, связана с различием каталитических свойств АХ. В связи с этим изучение редуцирующих свойств АХ является актуальной задачей, позволяющей оптимизировать процесс производства целлюлозы.

Основные способы производства АХ основаны на переработке антрацена, фталевого ангидрида и нафталина [11]. В качестве объектов исследования использовали: АХ, полученный из фталевого ангидрида, (АХФ) – степень чистоты 97,4 %; АХ, полученный окислением антрацена, (АХА) – степень чистоты 98,0 %; АХ, полученный из отходов, (АХО) – степень чистоты 85,3 %. Образцы отличались гранулометрическим составом. Средний размер частиц АХА и АХО – $(1 \dots 3) \cdot 10^{-3}$ м, АХФ – $(0,1 \dots 0,01) \times$

$\times 10^{-3}$ м. В связи с тем, что восстановление АХ относится к гомогенно-гетерогенным реакциям, образцы АХА и АХО предварительно механически измельчали до дисперсности, соответствующей образцу АХФ.

Содержание АГХ, образующегося в процессе восстановления, определяли оптическим методом. Калибровочный график строили по реакции восстановления АХ (квалификация чда) водно-щелочным раствором дитионита натрия ($\lambda = 420$ нм, толщина слоя 0,5 см). Определение редуцирующих свойств АХ проводили на модельной системе, по составу близкой к условиям, соответствующим начальному периоду натронной варки древесины. В качестве восстановителя использовали *D*-глюкозу [14].

Кинетические кривые процесса восстановления АХ до АГХ представлены на рис. 1.

Обработку экспериментальных данных проводили по уравнению формальной кинетики [7]. Несмотря на то, что процесс восстановления АГХ является гомогенно-гетерогенной реакцией, он удовлетворительно описывается уравнением реакции первого порядка:

$$K = \frac{1}{\tau} \lg \frac{C_0 - C_p}{C_t - C_p} .$$



Рис. 1. Кинетические кривые восстановления образцов АХ (концентрация NaOH – 6,4 г/л, *D*-глюкозы – 1,7 г/л, температура 60 °С): 1 – АХФ; 2 – АХА

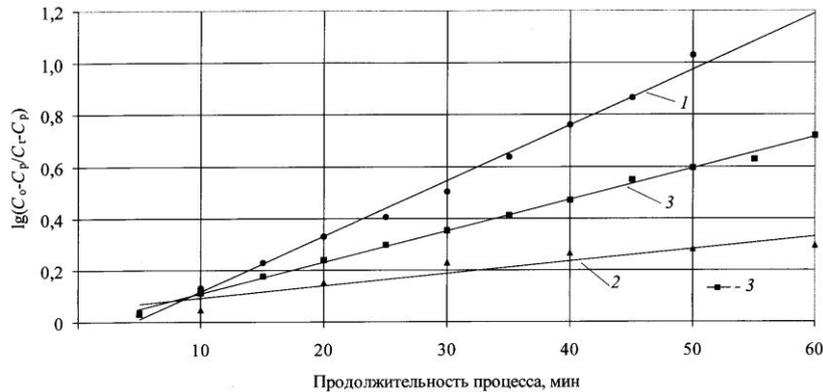


Рис. 2. Зависимость $\lg(C_0 - C_p / C_t - C_p)$ от продолжительности процесса:
3 – АХО (1, 2 – см. на рис. 1)

Коэффициенты корреляции 0,98 ... 0,99 (рис. 2).

Результаты влияния основных компонентов модельной системы (*D*-глюкоза, щелочь) на скорость восстановления АХ при температуре 60 °С (концентрация АХ 0,1 г/л) приведены в табл. 1.

Из представленных в табл. 1 результатов видно, что наибольшая скорость восстановления АХ наблюдается при содержании щелочи 6,4 ... 10,0 г/л и *D*-глюкозы 1,7 ... 2,5 г/л. С ростом концентрации щелочи и углеводов, вероятно, происходит изомеризация *D*-глюкозы с образованием изосахариновых кислот [4], что приводит к снижению скорости восстановления АХ.

Для АХФ характерна более высокая редуцирующая способность (более высокая скорость восстановления) по сравнению с АХА.

Таблица 1

Образец	Концентрация, г/л		Константа скорости $K \cdot 10^4, c^{-1}$
	NaOH	<i>D</i> -глюкозы	
АХФ	15,0	1,7	3,3
	12,8	1,7	3,4
	10,0	1,7	6,9
	6,4	1,7	3,6
	3,2	1,7	0,9
	6,4	5,0	3,1
	6,4	3,4	2,1
	6,4	2,5	6,6
	6,4	0,85	0,9
	6,4	1,7	0,2*
АХА	6,4	1,7	2,0

* Размер частиц $(1...3) \cdot 10^{-3}$ м

Таблица 2

Температура, °С	Константа скорости $K \cdot 10^4, c^{-1}$	Энергия активации	Энергия Гельмгольца	Внутренняя энергия	Энтропия
АХФ					
40	0,1	238	7207	110827	332
50	0,7		3557		
60	3,6		-1467		
70	5,0		-2691		
АХА					
40	0,3	96	3148	51579	43
60	0,6		1957		
70	1,2		1893		
АХО					
50	0,6	204	2950	55413	164
60	2,0		29		
70	5,6		-572		

На основании экспериментальных данных рассчитаны энергия активации, равновесные концентрации АХ и АГХ, которые позволили определить энергию Гельмгольца, внутреннюю энергию реакции, энтропию.

Результаты расчетов кинетических и термодинамических параметров восстановления АХ представлены в табл. 2. Термодинамические параметры образцов АХФ и АХА сравнивали с АХО [5], который может служить относительно недорогой альтернативой АХ.

Из результатов, представленных в табл. 2, видно, что скорость восстановления, энергия активации, равновесные концентрации, а следовательно, и термодинамические параметры не зависят от степени чистоты продукта. Более высокой редуцирующей активностью обладают АХФ и АХО (степень чистоты соответственно 97,4 и 85,3 %). Для этих же образцов характерен самопроизвольный процесс восстановления при температуре более

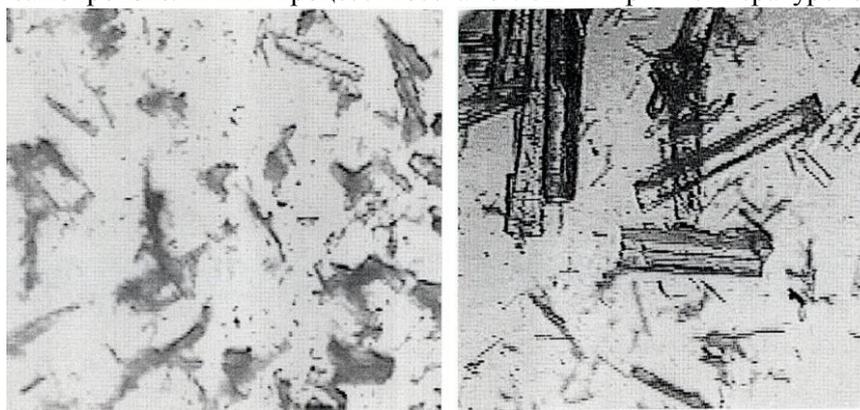


Рис. 3. Микрофотографии исходных образцов АХ ($\times 250$): а – АХФ, б – АХА

60 °С, для образца АХА он может протекать только при внешнем воздействии (температура).

Образцы АХФ и АХА обладают практически одинаковой степенью чистоты (97...98 %), но характеризуются различной дисперсностью, связанной с условиями их получения и кристаллизации (рис. 3), что, вероятно, и приводит к существенному различию в редуцирующих свойствах. Очевидно, определяющим фактором, влияющим на скорость данной гомогенно-гетерогенной реакции, является дисперсность твердой фазы. Кроме дисперсности, на процесс восстановления образцов АХО также влияют характер и наличие примесей.

Для повышения редуцирующей способности, а следовательно, и каталитической активности поверхность частиц АХА и АХО модифицировали обработкой дисперсии образца АХ в ультразвуковом поле (УЗ-поле) в присутствии поверхностно-активного вещества (ПАВ) ОП-7. Обработку проводили на ультразвуковом генераторе УЗДН (акустическая мощность 0,6 кВт, частота 22 кГц) при оптимальном соотношении компонентов системы (концентрация АХ – 0,1 г/л, NaOH – 6,4 г/л, D-глюкозы – 1,7 г/л, ПАВ 5 мг/л; температура 60 °С). Результаты представлены на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что увеличение продолжительности обработки в УЗ-поле приводит к возрастанию скорости восстановления АХ, что обусловлено изменением дисперсности АХ и увеличением поверхности взаимодействия его частиц с компонентами восстановительной системы. Для образца АХО эффект от обработки в УЗ-поле выше, чем для АХА.

Для оценки взаимосвязи между физико-химическими свойствами АХ и их влиянием на процесс делигнификации проведены натронные варки опилок сосны в автоклаве при расходах активной щелочи 16 % (в единицах Na₂O) и АХ 0,1 % от массы а. с. д., гидромодуле 8, максимальной температуре варки 170 °С (время достижения максимальной температуры 90 мин). Образцы АХО и АХА использовали в виде дисперсии, обработанной в

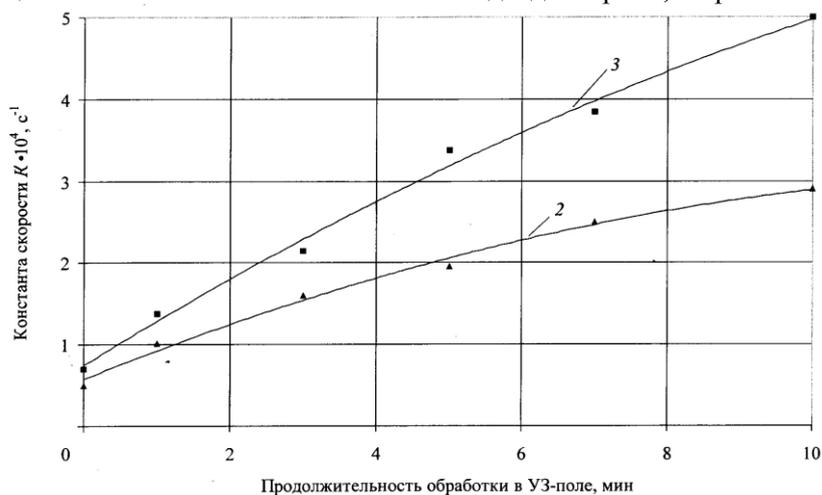


Рис. 4. Влияние продолжительности УЗ-обработки на редуцирующую способность образцов АХ (2, 3 – см. на рис. 1, 2)

УЗ-поле в течение 5 мин. Продолжительность варки определяли по выходу древесного остатка – 45 % от массы а. с. д., степень делигнификации – по СТ СЭВ 6600-89 ИСО 302-81, деструкцию полисахаридов – по содержанию эффективной щелочи в черном щелоке (остаточная щелочность), содержание эффективной щелочи в черном щелоке – по методу Кульгрена [3]. Относительная погрешность определения содержания остаточного лигнина составила 1,0 ... 1,5 %, выхода древесного остатка – 1,5 ... 2,0 %, остаточной щелочности – 0,78 ... 1,20 %. Состав древесного остатка при делигнификации опилок сосны антрахиноном приведен в табл. 3.

Из представленных в табл. 3 результатов видно, что более высокая каталитическая активность наблюдается у образцов, которые характеризуются высокой редуцирующей способностью, энергией активации и термодинамическими характеристиками.

АХФ, обладая высокой константой скорости восстановления, позволяет не только селективно удалять лигнин, но и защищать полисахариды от деструкции. Обработка дисперсии АХА в УЗ-поле в большей степени способствует лучшему сохранению полисахаридов и в меньшей степени удалению лигнина. Обработка дисперсии АХО в УЗ-поле позволяет

Таблица 3

Показатель	Значение показателя для образцов			
	без АХ	АХФ	АХА	АХО
Выход древесного остатка, % от массы а.с.д.	44,8	45,1	44,7/45,2	44,9/45,1
Остаточный лигнин, % от массы а.с.д.	25,1	9,3	10,8/9,5	11,5/8,2
Остаточная щелочность, %	1,5	5,0	3,1/5,3	4,5/5,9

Примечание. В числителе – без обработки УЗ-полем, в знаменателе – с обработкой.

получить эффект как от сохранения углеводной части, так и от более селективного удаления лигнина.

Выводы

1. Восстановление АХ в водно-щелочном растворе описывается уравнением реакции первого порядка; АХФ и АХО характеризуются более высокой редуцирующей способностью, энергией активации и термодинамическими характеристиками, чем АХА.

2. Каталитическая активность определяется редуцирующими свойствами АХ и находится в корреляционной зависимости с результатами щелочной делигнификации древесины.

3. Обработка дисперсии катализатора в УЗ-поле является целесообразной, так как позволяет повысить избирательность каталитического процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вураско А.В. Каталитическое производство сульфатной целлюлозы. Экология – образование, наука, промышленность и здоровье: II междунар. научно-практ. конф. / А.В. Вураско [и др.] // Вестник БГТУ. – 2004. – № 8, часть VI. – С. 115–116.
2. Иванова И.С. Разработка технологии сульфатной варки целлюлозы с использованием антрахинона: экспресс-информ. «Целлюлоза, бумага, картон», вып. 20 / И.С. Иванова [и др.] – М.: ВНИПИЭЛеспром, 1990. – С. 2–17.
3. Комшилов Н.Ф. Сульфатный черный щелок и его использование / Н.Ф. Комшилов. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – 184 с.
4. Кононов Г.Н. Химия древесины и ее основных компонентов / Г.Н. Кононов. – М.: МГУЛ, 2002. – 259 с.
5. Пат. 2221096 РФ, МПК D 21C3/02. Способ получения целлюлозы / Амитин А.В. [и др.]; 2004.
6. Шевченко С.М. Влияние формы введения катализатора на эффективность антрахиноновой варки / С.М. Шевченко, А.Б.Никандров, И.П. Дейнеко // Химия древесины. – 1986. – № 4. – С. 41–44.
7. Эмануэль Н.М. Курс химической кинетики / Н.М. Эмануэль, Д.Г. Кнорре. – М.: Высш. шк., 1969. – 432 с.
8. Algar W. The mechanism of soda-quinone pulping / W. Algar, A. Farrington, B. Jessup // *Appita*. – 1979. – Vol. 33, N 1. – P. 33–37.
9. Borhan G. Fierberea Kraft-antrachinona a lemnului de foioase / G. Borhan, I. Popescu, M. Bissan // *Celul. si hirt.* – 1987. – 36, N 4. – P. 159–162.
10. Furuya J. 9 % production gain with quinone-additive kraft pulping in a batch digester / *J Furuya* // *TAPPI Journal*. – 1984. – 67, N 6. – P. 82–85.
11. Knowles E. Availability and cost of anthraquinone key to widespread adoption / E. Knowles // *Pulp and Pap. Can.* – 1981. – 82, 1.
12. MacLeod M. Chemical pulp: new Processes for a new decade / M. MacLeod // *Pulp and Paper*. – 1981. – № 2. – P. 46.
13. Reinoso E. Puesta a punto de las tecnicas de utilizacion industrial de antraquinona en tres fabricas te pasta kraft. / E. Reinoso, F. Iglesias, F. Sanchez // *Invest. Ytecn. Pap.* – 1981. – 18, N 70. – P. 911–929.
14. Storgard-Envall C. Dissolving reactions of anthraquinone at high temperatures / C. Storgard-Envall, D.R. Dimmel // *J. Wood Chim. and Technol.* – 1986. – 6, N 3. – P. 367–388.

A.V. Vurasko, B.N. Driker, M.A. Golovkin

Influence of Reducing Properties of Anthraquinone on Catalytic Delignification Processes

The catalytic activity of anthraquinone is found to be dependent on its reducing ability proved by the results of wood alkaline pulping.



УДК 674.05:658.3

В.К. Пашков

Пашков Валентин Кузьмич родился в 1933 г., окончил в 1955 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор кафедры станков и инструментов Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет около 280 печатных работ, в том числе в области организации инструментального хозяйства деревообрабатывающих предприятий.



РАСЧЕТ ШТАТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХОВ

Уточнена методика расчета штатов и оборудования инструментальных цехов, завывшающая трудозатраты на подготовку режущих инструментов.

Ключевые слова: инструментальный цех, расчет количества оборудования, численность рабочих.

В деревообрабатывающих производствах численность рабочих, занятых подготовкой инструмента, определяют по установленным нормативам. Если нормативов нет или условия подготовки отличаются от регламентированных в режимах РПИ 01.00 – РПИ 16.00, применяют расчет [1].

Численность рабочих (P), занятых подготовкой инструмента одного вида в одну смену, рассчитывают по формуле

$$P = \frac{Z}{60tK_p} \sum_{i=1}^n \Pi_i F_i, \quad (1)$$

где Z – количество инструмента одного вида, подлежащего подготовке (заточке) в смену, шт.;

t – продолжительность смены, ч;

K_p – коэффициент использования рабочего времени, $K_p \approx 0,7$;

Π_i – оперативное время на выполнение операции i при подготовке единицы инструмента, мин;

F_i – коэффициент периодичности выполнения операции i по отношению к заточке, для которой $F_i = 1$;

i – число операций при подготовке инструмента данного вида, $i = 1, 2, \dots, n$.

Количество оборудования (N) для подготовки инструмента определяют по укрупненным нормам или расчетом по методике [1]. Для одной группы и одного вида инструмента

$$N = \frac{Z\Pi_i F_i}{60tK_p} \quad (2)$$

Количество инструмента одного вида, подлежащего подготовке (заточке) в смену, определяют по формуле [1]

$$Z = \frac{Z_3 t}{T_c} K_c, \quad (3)$$

где Z_3 – количество инструментов одного вида, одновременно эксплуатируемых в цехе, шт., $Z_3 = Z_{ст} N_i$;

$Z_{ст}$ – количество инструмента, устанавливаемого в станок, шт.;

K_c – коэффициент случайной убыли инструмента;

T_c – период стойкости инструмента, ч.

Коэффициент случайной убыли K_c используют при расчетах расходного фонда инструмента $U_{р.ф}$, шт.:

$$U_{р.ф} = U_i N_i Q_i K_c, \quad (4)$$

где U_i – средневзвешенная годовая норма расхода инструмента данного вида, шт./станко-см.;

N_i – количество однотипных станков, в которых установлен этот вид инструмента, шт.;

Q_i – количество смен работы станков в году.

Коэффициент случайной убыли K_c зависит от вида инструмента, колеблется в пределах 1,10 ... 2,25 и показывает превышение количества приобретаемого инструмента над расчетной величиной. Использование K_c в выражении (4) оправдано практикой эксплуатации инструмента. В выражении (3) его напрямую применять нельзя, все количество инструментов аварийной части расходного фонда

$$U_{ав} = U_i N_i Q_i (K_c - 1) \quad (5)$$

для каждого вида подвергается подготовке.

Если инструмент разрушился сразу после поставки, то он вообще не попадет в подготовку, как и аварийная часть расходного фонда в случае, когда разрушение удастся исключить; эта часть инструмента не будет востребована с центрального инструментального склада. Если расходный фонд полностью, включая аварийную часть, прошел подготовку, принятая расчетная рабочая часть инструмента уменьшается. Его заменяют до выработки всего ресурса.

Значение K_c в формуле (3) необходимо заменить другой статистической величиной, отражающей реальную картину эксплуатации. Ею может стать количество инструментов из аварийной части расходного фонда, подлежащих подготовке в смену $Z_{ав}$, которое с учетом формулы (4) равно

$$Z_{ав} = \frac{U_{ав}}{Q_i} = U_i N_i (K_c - 1). \quad (6)$$

Тогда значение Z в формулах (1) и (2) примет вид

$$Z = \frac{(Z_{\text{э}} + Z_{\text{ав}})t}{T_c}; \quad Z = \frac{Z_{\text{э}} + U_i N_i (K_c - 1) \bar{t}}{T_c} \quad (7)$$

или

$$Z = \frac{Z_{\text{ст}} + U_i (K_c - 1) \bar{t} N_i}{T_c}. \quad (8)$$

Пример. Требуется определить количество рамных пил, подлежащих заточке в смену для лесопильного цеха, в котором установлено $N_i = 8$ лесорам. Принимаем продолжительность смены $t = 7$ ч, период стойкости пил $T_c = 3,5$ ч, количество пил в лесораме $Z_{\text{ст}} = 8$ шт. Тогда $Z_{\text{э}} = 8 \times 8 = 64$ пилы, средневзвешенная норма расхода пил $U_i = 0,180$ шт./станко-см., коэффициент случайной убыли инструмента $K_c = 1,5$.

Количество рамных пил, подлежащих заточке в смену, по формуле (8)

$$Z = \frac{8 + 0,180(1,5 - 1) \bar{7} \cdot 8}{3,5} = 129 \text{ шт.},$$

а по формуле (3)

$$Z = \frac{64 \cdot 7}{3,5} \cdot 1,5 = 192 \text{ шт.}$$

Таким образом, расчеты по методике [1] завышают количество пил, подлежащих заточке в смену на 63 шт., или на 49 %. Пропорционально коэффициенту периодичности операции F_i необоснованно возрастают количество пил, подлежащих подготовке на других операциях, и соответственно потребность в рабочих и оборудовании для их выполнения. Корректировка методики [1] позволяет снизить необоснованно завышенные плановые трудозатраты на подготовку режущих инструментов к работе на 10 ... 50 % в зависимости от их вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение по организации инструментального хозяйства лесопильного производства / Ю. М. Стахийев, М. Л. Короткова. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1983. – 93 с.

V.K. Pashkov

Staff and Equipment Calculation for Tool Shops

The procedure for staff and equipment calculation for tool shops is specified that overstates man-hours for cutting tools preparation.

УДК 657.6: 630*

Е.И. Денко

Денко Елена Игоревна родилась в 1982 г., окончила в 2004 г. Уральский государственный лесотехнический университет, ассистент кафедры бухгалтерского учета и аудита УГЛТУ. Имеет 2 печатные работы в области реформирования налоговой системы и бюджетного учета.



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ФИНАНСОВЫЙ КОНТРОЛЬ И РАЗВИТИЕ АУДИТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Определены необходимость и значение аудита эффективности использования бюджетных средств в лесном хозяйстве. Представлен перечень практических вопросов, требующих немедленного решения.

Ключевые слова: государственный финансовый контроль, аудит, лесное хозяйство.

Постоянное усложнение экономических процессов и финансовых технологий вызывает острую необходимость совершенствования аудиторской деятельности и видов аудиторских проверок. При этом становится все более актуальным развитие сотрудничества между институтом независимого аудита и органами государственного финансового контроля.

Важность этой проблемы определяется рядом факторов. Во-первых, перед государственным финансовым контролем и аудитом стоит общая задача повышения финансовой дисциплины и качества управленческой работы на всех уровнях государственной власти и экономики. Во-вторых, в условиях значительных экономических преобразований и с появлением в стране различных форм собственности процессу дальнейшего развития аудиторской деятельности совместно с укреплением системы государственного финансового контроля нет альтернативы. В-третьих, весьма актуально подробное изучение проблем взаимоотношений в этой системе в процессе проведения административной реформы.

Исходя из общих параметров в классификации аудиторских проверок, можно выделить следующие виды. Аудит финансовой отчетности, суть которого состоит в проверке отчетности субъекта с целью дать заключение о правильности ее составления в соответствии с существующими критериями и правилами бухгалтерского учета. Аудит на соответствие требованиям представляет собой анализ финансовой или хозяйственной деятельности субъекта в целях установления ее соответствия предписанным условиям, правилам и законам. Аудит хозяйственной деятельности заключается в систематическом анализе хозяйственной деятельности организации, проводимом для определения целей. Этот вид иногда называют аудитом эффективности работы или административного управления, и по сути он близок к управленческому.

Характеристика контроля	Финансовый аудит	Аудит эффективности
Система	Доминирует внешний контроль	Доминирует внутренний самоконтроль
Цель	Целевое (по видам расходов) использование бюджетных средств	Достижение запланированных результатов, правильность их измерения
Объекты внешнего контроля	Статьи расходов	Общий объем расходов и социально-экономический эффект, качество системы внутреннего контроля
Исполнение бюджета	Фактические расходы относительно утвержденных	Достижение социально-экономических результатов, причины отклонений, необходимость корректировки программ

С развитием взаимоотношений между государственным финансовым контролем и аудиторским сообществом важно становление и совершенствование последнего вида аудиторской проверки – аудита эффективности использования бюджетных средств в организациях лесного хозяйства. От финансового контроля он отличается главной целью. Это не выявление финансовых нарушений, а оценка эффективности деятельности, определение действительного результата от использования государственных средств. В таблице в схематичной форме представлены основные характеристики проведения финансового аудита и аудита эффективности в лесном хозяйстве, позволяющие выявить их отличительные черты.

У многих специалистов возникает вопрос о целесообразности аудита эффективности в организациях лесного хозяйства. При этом необходимо обратить особое внимание на ряд аспектов. Во-первых, собственники в частном секторе заинтересованы в стимулировании высокой эффективности хозяйственной деятельности экономических субъектов путем надлежащей организации внутреннего финансового контроля.

Во-вторых, в качестве критерия эффективности выступают стоимостные показатели типа прибыли, рыночной стоимости акций субъекта и т. д. Для лесхозов таких критериев нет. Но 01.01.2005 г. вступила в действие Инструкция по бюджетному учету (утв. приказом Минфина РФ от 26.08.2004 № 70н), которая внесла существенные изменения в принципы формирования системы бюджетного учета. Появилась возможность полностью анализировать последствия конкретных экономических событий, оценивать результат деятельности каждого сегмента бюджетной системы РФ (не только министерства, правительств различных уровней, учреждений, но и лесных хозяйств) при применении нового Плана счетов бюджетного учета. Данный результат является балансовой величиной и определяется как разность между совокупными активами и обязательствами сектора государственного управления в части соответствующего сегмента.

В-третьих, у руководителей лесхозов в отношении эффективности хозяйственной деятельности нет такой сильной мотивации, как в частном секторе. Поэтому в государственном секторе возможны не только неудовлетворительное функционирование структур, но и значительно более высокий уровень злоупотреблений. В конечном счете на аудит эффективности возлагаются большие надежды по смягчению недостатков государственного сектора экономики.

Развитие аудита эффективности означает переход к новой форме государственного финансового контроля. Следовательно, возникает необходимость определения новых социально-экономических критериев, предмета и иной технологии проведения финансового контроля по сравнению с традиционной проверкой законности и целевого использования бюджетных средств и государственной собственности в лесном хозяйстве, иной оценки эффективности федеральных целевых программ и проектов [1].

За период 1990 – 2000 гг. и особенно в последние годы в бюджетной системе Российской Федерации произошли серьезные изменения, проведен ряд структурных преобразований и достигнуты положительные результаты. В Бюджетном послании Президента РФ Федеральному Собранию РФ «О бюджетной политике в 2005 году» подведены итоги бюджетной политики в 2003 г. и в первой половине 2004 г.: завершено формирование основных элементов современной налоговой системы, обеспечивающей положительные структурные изменения в экономике и социальной сфере; начато внедрение элементов среднесрочного финансового планирования; определены основные подходы к новым механизмам программно-целевого бюджетирования, предполагающего увязку бюджетных расходов и планируемых результатов, и др. [2]. Основной акцент в послании сделан на реформировании бюджетного процесса, точнее, на переходе от затратного (сметного) метода составления бюджета к бюджетированию, ориентированному на результат. Основой контроля такой системы является аудит эффективности.

Однако остались без ответа важные вопросы, что делает переход от аудита соответствия к аудиту эффективности красивым, но пустым лозунгом. Особо следует выделить вопросы методологического и практического характера: каковы методология и методика реализации механизмов повышения социальной эффективности государственных расходов; как будут учитываться социальная значимость результатов при сопоставлении существующих социальных реалий с экономическими приоритетами государственной политики, фактор неустойчивости развития экономики при расчетах на среднесрочную перспективу, условия социально-экономической дифференциации регионов, неопределенности в их экономическом развитии и т. д.

Применение финансового анализа в рамках аудита эффективности, без чего он невозможен, позволит аудитору повысить объективность выводов в отношении как ретроспективного анализа финансового состояния организаций лесного хозяйства, так и перспективного – путем изучения зависимости и динамики показателей финансовой отчетности. Появится возможность применения превентивных мер, способных значительно снизить

финансовые и стратегические потери для общественного сектора экономики в будущем. Поэтому в разрабатываемых методиках весьма важно предусмотреть механизм исполнения рекомендаций органов государственного контроля в процессе управления государственными учреждениями и в частности организациями лесного хозяйства.

Аудит эффективности, используемый параллельно с финансовым, дает возможность оценить результативность и экономичность бюджетных программ и их влияния на социально-экономическое положение страны и отдельных регионов. Но прежде чем переходить к аудиту эффективности, необходимо убедиться в достоверности финансовой отчетности бюджетных организаций (лесхозов), что еще долго будет актуальным в российской практике. Аудит эффективности не имеет смысла, если основан на фальсификации данных об объемах и направлениях расходов.

Проверка эффективности использования финансовых средств в лесном хозяйстве включает:

- ревизию экономической деятельности администрации в соответствии с основными принципами государственного управления;
- проверку эффективности использования трудовых, финансовых и других ресурсов, исследование систем информации, результатов производственной деятельности, соответствия внутреннего контроля, а также методов устранения выявленных недостатков;
- проверку выполнения задач по итогам ревизии.

Не следует преувеличивать значимость аудита эффективности. Такая форма контроля не в состоянии сама по себе решить все задачи повышения эффективности использования государственных средств. Для этого необходима заинтересованность самих получателей бюджетных средств с параллельным ужесточением их ответственности.

Если государственные средства используются неэффективно, то необходимо доказать данный факт. В доказательствах должен быть приведен альтернативный вариант деятельности, который может улучшить результат. В настоящее время еще нет правового механизма получения и представления подобных доказательств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александрова Е.И.* Государственный финансовый контроль и становление аудита эффективности использования бюджетных средств /Е.И. Александрова, Н.А. Вашкайкина // *Финансы и кредит.* – 2004. – 20 (158). – С. 24–31.
2. *Гутцайт Е.М.* Об оценке эффективности в задачах государственного финансового контроля /Е.М. Гутцайт // *Аудитор.* – 2004. – № 8. – С. 20–28.

E.I. Deneko

State Financial Control and Audit Development in Efficiency of Using Budgetary Funds in Forestry

The necessity and relevance of efficiency audit in using budget funds in forestry is set. A list of practical issues requiring immediate solution is provided.

УДК 332.146:330. 322.5

Г.П. Бутко, Л.В. Малютина

Бутко Галина Павловна родилась в 1955 г., окончила в 1977 г. Уральский государственный лесотехнический институт, доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 90 печатных работ в области оценки конкурентоспособности, инновационных и инвестиционных ресурсов предприятий лесного сектора экономики.



Малютина Людмила Владимировна родилась в 1978 г., окончила Уральский государственный лесотехнический университет, ассистент кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности УГЛТУ.



ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РЕГИОНЕ

Рассмотрены содержание и структура инвестирования в регионе. Уточнены направления проведения политики прогрессивного развития производственного и инновационного потенциала.

Ключевые слова: инвестиции, их источники, формирование портфеля реальных инвестиционных проектов.

Привлечению и эффективности инвестиций уделялось значительное внимание как в теоретическом, так и методическом аспектах. Существенный вклад в решение этой проблемы на макроэкономическом уровне внесли отечественные и зарубежные ученые Д.М. Кейнс, Р. Коуз, Дж. Стиглер, И.А. Бланк, В.В. Бочаров, В.В.Новожилов, В.С. Немчинов, Д.С. Львов, С.Г. Струмилин, Е.М. Карлик, К.М. Великанов, на отраслевом уровне – Н.А. Бурдин, В.В. Глотов, И.С. Ольшанский и др. Однако изменение условий функционирования хозяйствующих субъектов при переходе к рынку потребовало совершенствования подходов к определению эффективности капитальных вложений, методам их привлечения и реализации. Особую значимость приобретает формирование действенного организационно-экономического механизма привлечения инвестиций в реальный сектор экономики и оценки их эффективности.

В настоящее время функционирование механизма финансового регулирования инвестиционной деятельности в форме капитальных вложений не отвечает потребностям трансформационной экономики, что связано с отсутствием необходимых источников для государственного и частного инвестирования. Не менее важна эффективная деятельность институтов досудебной санации, налогового законодательства, политики ценообразова-

ния, льгот и субсидий. Амортизационная и кредитная политика не в полной мере способствует реализации воспроизводственного процесса, нет реальной базы для трансформации реальных инвестиций в инновации, новые технологии и продукты. Только прогрессивное развитие производственного и инновационного потенциала каждого субъекта федерации способно привести к экономическим преобразованиям в России. Эффективная деятельность возможна в результате интеграции общегосударственных и региональных интересов, создания действенных инструментов финансового регулирования инвестиционной деятельности.

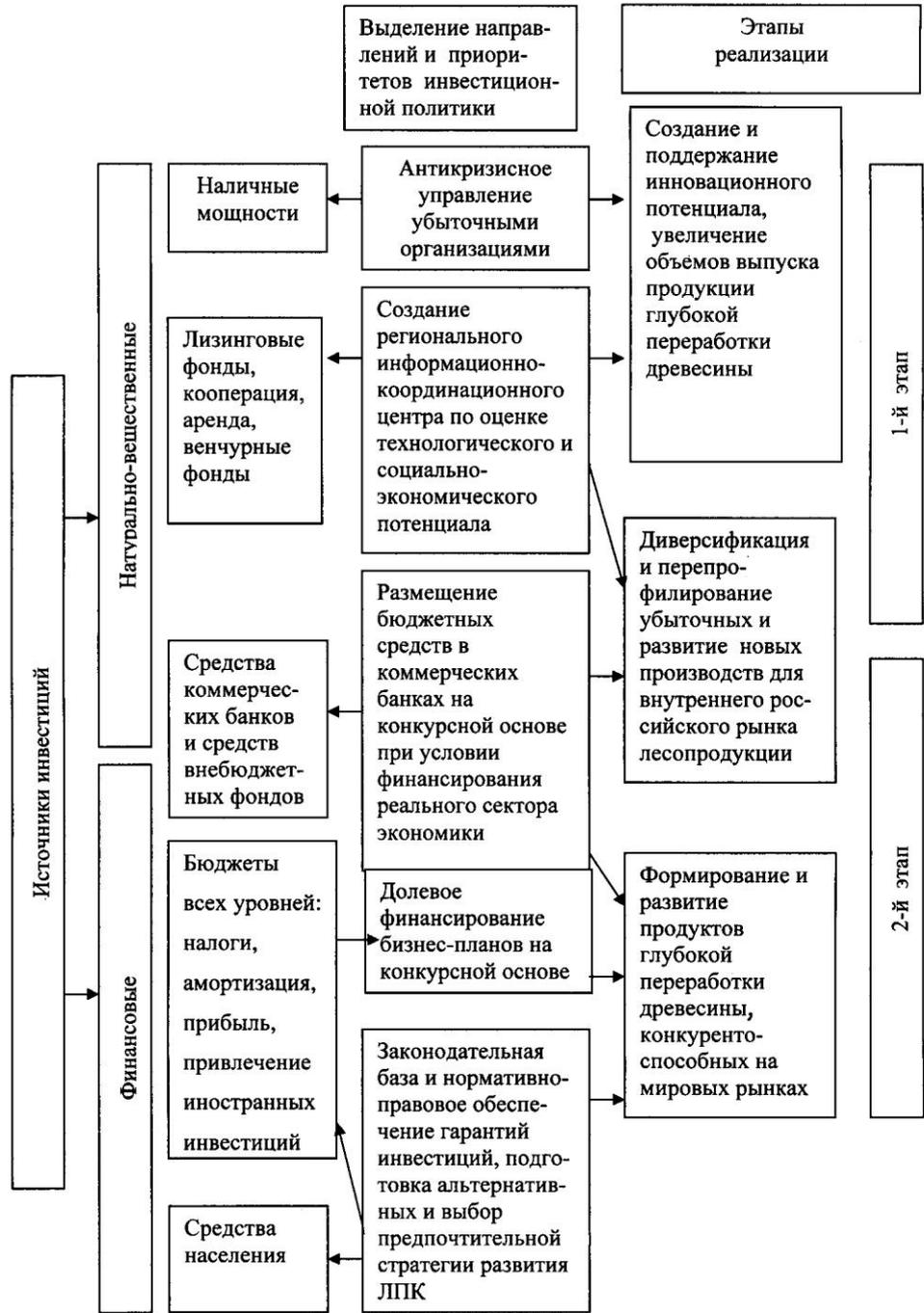
Необходимым условием притока инвестиций в реальный сектор экономики является наличие достаточного количества инвестиционных ресурсов, которые при благоприятном сочетании основных факторов макро- и микросреды могут трансформироваться в инвестиции. На современном этапе развития, когда основанный на централизованной системе распределения механизм инвестирования разрушен, а новый находится на стадии становления, особое внимание следует уделить оценке возможностей использования альтернативных источников инвестиционных ресурсов.

Государственный бюджет как источник финансирования инвестиций имеет ряд конкретных преимуществ: бюджетные инвестиции базируются на активах государства и гарантируются им; они более управляемы со стороны правительства, в ведении которого находится координация наиболее крупных структурных преобразований.

Однако дефицит государственного (федерального) бюджета не позволяет решать инвестиционные задачи только за счет централизованных источников финансирования. Это связано, прежде всего, с ограниченностью бюджетных ресурсов как источника инвестиций. Государство вынуждено переходить от безвозвратного бюджетного финансирования к кредитованию при усилении контроля за целевым использованием льгот в кредитовании.

Уральский регион при падении инвестиционной активности продолжает оставаться крупнейшим иностранным донором-инвестором, причем в роли донора выступает как государство, так и частный сектор. При огромных инвестиционных потребностях экономики национальный частный капитал региона вкладывается преимущественно в краткосрочные активы Западной Европы. Большая часть сбережений населения региона обращается в иностранную валюту, исключая тем самым инвестирование национальной экономики. Это означает, что фактически предоставляется беспроцентный кредит стране происхождения валюты. Портфель реальных инвестиционных проектов формируется в условиях резкого дефицита внутренних и внешних инвестиционных ресурсов региона. В области финансирования инвестиций особое внимание следует уделить выбору критериев и определению приоритетов (см. рисунок).

На современном этапе развития трансформационной экономики финансовое состояние преобладающей части предприятий реального сектора экономики характеризуется как неустойчивое, зачастую находится на грани банкротства. С 1993 г. рост прибыли определяется ценовым фактором.



Приоритеты региональной инвестиционной политики

Проведенный анализ показал, что для предприятий лесного сектора экономики Уральского региона использование для долгосрочных инвестиций таких источников, как прибыль, амортизационные отчисления, в современных условиях затруднено. Для привлечения сбережений населения на отечественный рынок капиталов необходима действенная инфраструктура – широкая сеть посреднических финансовых организаций (инвестиционные банки и фонды, страховые компании, пенсионные фонды, строительные общества и пр.); при этом необходимо обеспечить защиту инвесторам, установив строгий контроль со стороны государства над соответствующими структурами.

Наиболее перспективным и значимым источником финансирования инвестиций является капитал коммерческих банков. Анализ деятельности банковской системы и консолидированного баланса банковской системы ряда коммерческих банков региона позволил сделать следующие выводы:

– денежная и кредитная политика банковской системы региона и ее субъектов остается рискованной;

– низкий уровень рентабельности продаж промышленной продукции, определяющий неудовлетворительные показатели рентабельности оборотного и основного капитала, приводит к значительному увеличению средних сроков окупаемости вложений в основной капитал, перекрывая предприятиям производственного сектора широкий доступ к банковским кредитным ресурсам для реализации инвестиционных проектов;

– значительное ухудшение общей ликвидности банковской системы региона и углубление тенденций по сокращению объемов ее избыточных резервов доказывают отсутствие достаточного капитала внутри региона.

Из возможных вариантов, позволяющих предотвратить дальнейшее ухудшение общей ликвидности банковской системы, а также замораживание инвестиционных процессов в регионе, наиболее перспективно привлечение иностранных инвестиций.

Методологической основой, позволяющей выявить недостатки как в законодательной базе, так и в работе основных сегментов рынка иностранных инвестиций, по нашему мнению, является общая теория систем.

Цели инвестирования могут быть разными, однако в целом их можно разделить на четыре группы: сохранение продукции на рынке; расширение объемов производства и улучшение качества продукции; выпуск новой продукции; решение социальных и экологических задач.

Основные этапы формирования портфеля реальных инвестиционных проектов региона целесообразно представить в такой последовательности:

1) выявление целей инвестиционной стратегии с учетом сложившихся условий инвестиционного климата и конъюнктуры рынка капитальных вложений;

2) определение приоритетов формирования портфеля инвестиционных проектов региона;

3) оптимизация пропорций в структуре совокупного портфеля инвестиционных проектов по основным его видам на основе оценки инвестиционной привлекательности отраслей промышленности региона.

4) поиск вариантов реальных инвестиционных проектов для возможной их реализации в каждой отрасли;

5) рассмотрение и оценка бизнес-планов инвестиционных проектов;

6) экспертиза отобранных инвестиционных проектов по критериям экономической эффективности в каждой отрасли и по возможности компенсации рисков;

7) ранжирование инвестиционных проектов по каждой отрасли эффективности.

Для финансирования проекта могут быть использованы следующие источники инвестиций:

– собственные средства (прибыль, амортизационные отчисления, суммы, выплачиваемые страховыми органами в виде возмещения за ущерб, и т. п.), а также иные виды активов (основные фонды, земельные участки, промышленная собственность и т. п.) и привлеченные средства (от продажи акций, благотворительные и иные взносы, средства, выделяемые вышестоящими холдинговыми и акционерными компаниями, промышленно-финансовыми группами на безвозмездной основе);

– ассигнования из федерального, регионального и местного бюджетов (если эти органы управления заинтересованы в инвестировании ценных проектов), фондов предпринимательства, предоставляемые на безвозмездной основе;

– иностранные инвестиции в виде финансового или иного участия в уставном капитале совместных предприятий, а также прямых вложений (в денежной форме) международных организаций и финансовых институтов, государств, предприятий и организаций различных форм собственности и частных лиц;

– различные заемные средства, в том числе кредиты, предоставляемые на возвратной основе.

В соответствии с целями исследования рынок иностранных инвестиций классифицируется в плоскостях элементной, функциональной и организационной подсистем.

В контексте функциональной подсистемы рассматривают инвестиции: на модификацию имеющихся и разработку новых предметов труда (изменение номенклатуры продукции, создание новых ее видов, разработка новых месторождений сырья); на модернизацию существующих, а также приобретение или изготовление новых средств производства (освоение нового производства, реконструкция и техническое перевооружение производства, модернизация или замена технологического оборудования); на совершенствование непосредственно «живого труда» (подготовка и переподготовка кадров).

Организационная подсистема отражает инфраструктуру рынка иностранных инвестиций (организации, участвующие в инвестиционном про-

цессе и связи между ними) и подсистему управления. Существующая в настоящее время двухуровневая структура управления рынком иностранных инвестиций (когда сделки по инвестированию иностранного капитала между предприятием и иностранным контрагентом совершаются через Министерство торговли либо через Внешторгбанк) не обеспечивает выполнения важнейшей функции, возложенной на исследуемую систему, – распределения рисков между участниками инвестиционного процесса. Создание трех- или четырехуровневой структуры управления рынком иностранных инвестиций позволит сформировать надежный механизм обеспечения иностранных инвестиций.

Для Уральского региона характерна значительная доля инвестиций с иностранным капиталом, в которой уровень вложений на 1 м³ вывозки превышает среднеотраслевой в 3–8 раз. По сумме инвестиций выделены три группы предприятий. Преобладающая часть предприятий (74 %) имеют уровень инвестиций ниже среднего по региону, 8 % – средний, 18 % вообще не имеют инвестиций. По нашему мнению, соотношение инвестиций и индекса внутренней нормы прибыли целесообразно рассматривать как показатель достигнутого уровня инвестирования хозяйствующего субъекта. Расчетный показатель на уровне региона, равный 35 ... 40, подчеркивает относительную ограниченность инвестиционной активности лесных предприятий. Более 62 % лесных предприятий, имеющих соотношение, равное единице или более данного норматива, достигли своих предельных возможностей инвестирования [1]

Средняя величина инвестиций по лесопромышленному комплексу Уральского региона в 2004 г. составила 75 коп. на 1 р. продукции и 248 р. на 1 м³ вывозки при величине чистой прибыли соответственно 10 коп. и 120 р.

Основная часть инвестиционного потенциала сосредоточена на 24 % предприятий, где удельные вложения составляют 400 ... 800 р. на 1 м³ вывозки [2]. Возможности достижения другими предприятиями этого уровня ограничены низким уровнем рентабельности, что свидетельствует о недостаточном инвестиционном потенциале лесного сектора региона.

Одним из вариантов гарантирования инвестиций должна быть крупная структура по страхованию или перестрахованию, способная взять на себя гарантии по рискам инвестиционных проектов, – фонд содействия инвестиционным процессам в регионе, использующий в качестве залогового обеспечения под инвестиционный кредит пакеты высоколиквидных акций, например, нефтяных, нефтеперерабатывающих и нефтехимических компаний, а также государственных ценных бумаг. Создание фонда позволит, с одной стороны, сделать госпакеты акций доходными, с другой – значительно стимулировать инвестиционные процессы в регионе, сделать более доступным для промышленности банковский капитал региона и мировых финансовых институтов.

Динамика привлечения иностранных капиталов и их рациональное использование зависят от того, насколько стратегия Правительства России и применяемые методы и инструменты отвечают интересам иностранных ин-

весторов. По нашему мнению, механизмом обоснования инвестиционной политики региона могут стать платежный баланс региона и такие институты, как Региональный центр изучения конъюнктуры рынка, Региональный институт конкурентоспособности. На основе этих инструментов можно решить целый комплекс задач: выявить диспропорции в структуре экономики региона; определить степень участия в международном разделении труда; обосновать максимально возможные и минимально допустимые размеры валютных инвестиций в регионе; обосновать их организационно-правовые формы; определить основные направления развития экономики для ликвидации диспропорций; разработать мероприятия лесоэкспортного процесса и внешнеэкономической деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бутко Г.П.* Стратегия управления конкурентоспособностью предприятий лесного комплекса / Г.П. Бутко. – Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2002. – 200 с.
2. *Дунаев О.Н.* Конкурентоспособность регионального управления / О.Н. Дунаев [и др.]. – Екатеринбург: ИПК УГТУ–УПИ, 2001. – 103 с.

G.P. Butko, L.V. Maljutina

Investment Processes in the Region

The content and structure of investment in the region are viewed. The directions of pursuing policy for progressive development of production and innovation potential are defined.



КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 674.047. (3)

**В.В. Сергеев, Ю.И. Тракало, Е.В. Воронцов,
О.В. Кузнецова, В.В. Савина**

Сергеев Валерий Васильевич родился в 1936 г., окончил в 1960 г. Уральский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины, заслуженный изобретатель РФ. Имеет более 80 научных работ в области сушки древесины.



Тракало Юрий Иосифович родился в 1963 г., окончил в 1990 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины. Имеет более 40 научных работ, в области сушки древесины.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА**

С использованием теории подобия и моделирования процесса в лабораторной установке получены аналитические зависимости, характеризующие динамику изменения температуры в сушильной камере.

Ключевые слова: теплообмен, моделирование, сушильная, камера, изменение температуры.

Изучение процессов теплообмена в нестационарных условиях, когда параметры среды изменяются во времени, можно проводить и при эксплуатации тепловых установок. Но такие исследования требуют больших затрат труда и средств и не всегда дают достоверные результаты. Поэтому процессы тепло- и влагообмена, аэродинамики и гидродинамики изучают на уменьшенных моделях [2], рассчитанных и выполненных по правилам моделирования с обеспечением подобия явлений в образце и модели.

На начальном этапе исследований было решено ограничиться изучением динамики нагрева воздуха в модели без процесса влагообмена и выполнить аналитическое описание процесса нагрева воздуха в сушильной камере, как в тепловом объекте, с составлением теплового баланса и получением зависимости $t_c = f(\tau)$.

Основная трудность при решении данного вопроса – нестационарность теплопроводности ограждений камеры, обусловленная потерями тепла в окружающую среду. Для определения зависимости динамики нагрева воздуха в камере от внешних и внутренних факторов были приняты следующие основные допущения:

температуру окружающего воздуха принимают за начало отсчета (так называемый термодинамический ноль);

камеру принимают за тепловой объект с сосредоточенными параметрами;

теплофизические коэффициенты ($\bar{\lambda}$, $\bar{K}_{\text{ог}}$, $\bar{C}_{\text{ог}}$) усредненные и постоянные по величине;

величина теплового потока от нагревателя постоянна, т.е.

$$Q_0 = P_0 \eta_0 = Q_k = \text{const}, \quad (1)$$

где P_0 , Q_0 , Q_k – мощности различных источников тепла в камерах, кВт;

η_0 – КПД источника тепла.

Составим уравнение теплового баланса камеры (ее модели) за элементарный промежуток времени $d\tau$:

$$dQ_0 = dQ_1 + dQ_2, \quad (2)$$

где dQ_0 – количество теплоты, поступающей от источника, Вт;

dQ_1 и dQ_2 – количество теплоты, расходуемое на нагрев стенок ограждений камеры и на потери через ограждения, Вт.

Значение dQ_1 находят по формуле

$$dQ_1 = C_v \frac{dt_{\text{ог}}}{d\tau} = c_p \bar{\rho} V \frac{d\bar{t}_{\text{ог}}}{d\tau}, \quad (3)$$

где C_v – объемная теплоемкость ограждений, Дж/°С;

$dt_{\text{ог}}$ – температура ограждений в элементе объема, °С;

c_p – удельная теплоемкость элементов ограждений, Дж/(кг·°С);

$\bar{\rho}$ – плотность материала ограждений, кг/м³;

V – объем стенок ограждений камеры, м³.

Теплопотери dQ_2 при $t_{\text{окр}} = t_0 = 0$ находят по формуле

$$dQ_2 = \bar{K}_{\text{ог}} F_{\text{ог}} dt_c, \quad (4)$$

где $\bar{K}_{\text{ог}}$ – эквивалентный коэффициент теплопередачи тепловой проводимости ограждений, Вт/(м²·°С);

$F_{\text{ог}}$ – общая площадь поверхности ограждений, м²;

t_c – температура сушильного агента в камере, °С.

Поскольку t_c изменяется во времени, то в уравнении (4) представим его в дифференциальной форме:

$$dQ_2 = \bar{K}_{\text{ог}} F_{\text{ог}} dt_c, \quad (5)$$

Общее количество теплоты, переданное через поверхность ограждений, определяется интегралом (5):

$$dQ_2 = \int_0^t \bar{K}_{\text{ог}} F_{\text{ог}} dt_c = \bar{K}_{\text{ог}} F_{\text{ог}} \bar{t}_c, \quad (6)$$

где \bar{t}_c – средняя для сушильного агента температура сухого термометра в камере.

Подставляя выражения (3) и (6) в уравнение (2), получаем

$$dQ_0 = C_v \frac{d\bar{t}_{\text{ог}}}{d\tau} + \bar{K}_{\text{ог}} F_{\text{ог}} \bar{t}_c. \quad (7)$$

В данном уравнении средняя температура ограждений камеры является функцией температуры сушильного агента в камере. Чтобы сократить число переменных, была предложена зависимость $t_{\text{ог}} = f(t_c)$, которая для модели имеет вид

$$\bar{t}_{\text{cm}} = -18 + 0,87 \bar{t}_c. \quad (8)$$

Изменение температуры ограждений носит линейный характер, поэтому

$$\frac{d\bar{t}_{\text{ог}}}{d\tau} = \beta \frac{d\bar{t}_c}{d\tau}. \quad (9)$$

Подставив правую часть уравнения (9) в (7) и проведя необходимые преобразования и разделение переменных, получим линейное однородное дифференциальное уравнение, описывающее теплообмен в установке, не загруженной древесиной:

$$\frac{dt_c}{d\tau} + P(x)t_c = Q(x), \quad (10)$$

где

$$P(x) = \kappa = \frac{K_{\text{ог}} F_{\text{ог}}}{C_v \beta}, 1/\text{с}; \quad (11)$$

$$Q(x) = K_0 = \frac{P_0 \eta_0}{C_v \beta}, \text{°C/с}. \quad (12)$$

Правая часть уравнения (10) представляет собой внешний источник тепла, действующий внутри установки, левая – тепло, переносимое через стенку ограждения за счет теплопроводности.

Далее

$$y' + P(x)y = Q(x), \quad (13)$$

где $y' = \frac{dt_c}{d\tau}$.

Общий интеграл уравнения (13) имеет вид

$$y = e^{-\int P dx} \left[Q e^{\int P dx} dx + C \right]. \quad (14)$$

Интегрирование (14) с заменой $x = \tau$ и проведением соответствующих преобразований дает

$$y = \frac{Q}{P} + C e^{-P\tau}. \quad (15)$$

Постоянную интегрирования C находим из начальных условий: при $\tau = 0$ имеем $y = 0$. Тогда $C = \frac{Q}{P}$. Значение дроби $\frac{Q}{P} = t_\infty$ определяем из граничных условий $\tau = \infty$, $y = y_\infty$, т.е. оно равно своему максимальному значению при данной мощности теплового потока.

Заменяв в уравнении (15) все значения их истинными, получим уравнение изменения температуры среды в камере во времени:

$$t_c(\tau) = t_\infty [1 - \exp(-\kappa\tau)], \quad (16)$$

где t_∞ – максимальное значение температуры в камере при неизменных условиях внешней среды, °C,

$$t_\infty = \frac{Q}{P} = \frac{K_0}{\kappa} = \frac{P_0 \eta_0}{K_{\text{ог}} F_{\text{ог}}} = \frac{Q_0}{K_{\text{ог}} F_{\text{ог}}}. \quad (17)$$

Из уравнения (16) видно, что температура среды в камере изменяется по закону экспоненты, следовательно, как утверждается в [2], в ее показателе степени

величина κ должна соответствовать скорости экспоненциального изменения температуры среды. Она характеризует темп нагрева и является положительным числом, не зависящим от координат и времени, ее размерность – $1/\text{с}$. Получим значение κ из (11) и (12) и раскроем его физический смысл. Известно, что

$$C_v = \sum_{n=1}^i \overline{C}_{\text{ог}} m_{\text{ог}} = C_3 \rho_3 \delta F_{\text{ог}}; \quad (18)$$

$$K_{\text{ог}} \approx \frac{\lambda_3}{\delta}, \quad (19)$$

где λ_3 – эквивалентная теплопроводность ограждений, Вт/(м · °С);
 δ – толщина стенки, м.

Подставив эти значения в (11), получим

$$\kappa = \frac{K_{\text{ог}} F_{\text{ог}}}{C_v \beta} = \frac{\lambda_3}{\delta^2 C_3 \rho_3 \beta} = \frac{a_3}{\delta^2 \beta}, \quad 1/\text{с}, \quad (20)$$

т.е. величина κ действительно является скоростью изменения температуры среды (темпом нагрева). Тогда из (20) следует, что $\beta = \frac{a_3}{\delta^2 \kappa} = \frac{1}{\text{Pd}'}$ – есть обратная величина

критерия Предводителя Pd', характеризующего интенсивность нагрева стенки ограждений при нестационарных условиях среды и являющегося безразмерной величиной [2]:

$$\text{Pd}' = \frac{\kappa \delta^2}{a_3}. \quad (21)$$

Если выражение (16) записать в безразмерной форме, разделив обе части уравнения на t_∞ , то получим

$$T = \frac{t_c - t_0}{t_\infty - t_0} = 1 - \exp(-\text{Pd}' \text{Fo}), \quad (22)$$

где Fo – критерий Фурье.

В уравнении (22) показатель степени является произведением двух критериев, характеризующих нестационарность процесса теплообмена в незагруженной установке:

$$\text{Pd}' \text{Fo} = \kappa \tau = \frac{a_3}{\delta^2 \beta} \tau = \frac{1}{\beta} \frac{a_3 \tau}{\delta^2}. \quad (23)$$

Здесь $\text{Fo} = a\tau/\delta^2$.

Величину критерия Pd' при экспоненциально изменяющейся температуре легко определить по уравнению (22). При $t_\infty = 80$ °С для модели установки $\text{Pd}' = 1/\beta = 1/0,87 = 1,15$.

При отсутствии влагообмена получены достаточно простые уравнения, тесно связанные с нагреваемым телом (плоские стенки ограждений полуограниченной толщины, $x = 2R = \delta$).

Простота уравнений, как это было показано многими авторами работ по нестационарному теплообмену [2, 3], связана в основном с регулярным режимом. И при его наличии решение дифференциального уравнения, выполняемого при помощи рядов Фурье, описывается одним членом ряда, поскольку все остальные члены уравнения становятся ничтожно малыми и ими можно пренебречь.

Рассмотрим более подробно влияние регулярного режима на динамику процесса в наших условиях, так как на модели в лабораторных условиях есть возможность установить, когда начинается и заканчивается регулярный процесс, чем он характеризуется. И, самое главное, можно ли постоянство скорости изменения логарифма избыточной температуры (между температурами среды и тела) применить к скорости изменения логарифма избыточной температуры только среды [4].

Принимая допущение, что $t_c = t_{\text{нач}} - t_0$ при $t_0 = 0 = \text{const}$, для стадии регулярного режима запишем следующее [1]:

$$\frac{\partial \ln(t_c - t)}{\partial \tau} = m. \quad (24)$$

Здесь величина m также называется темпом нагрева (охлаждения), как и при рассмотрении нестационарного процесса (11) и характеризует интенсивность протекания регулярного режима: чем больше темп нагрева, тем быстрее разогревается тело.

С ростом Fo члены ряда, как было отмечено выше, убывают по абсолютной величине неодинаково. Поэтому температура в любой точке тела еще задолго до того, как ей стать практически равной температуре среды (стационарный режим $T_c = 1$), будет описываться одночленной формулой, содержащей экспоненту:

$$T = \frac{t_c - t}{t_c - t_0} = A_1 \Phi_1(\mu_1; x/2R) \exp(-\mu_1^2 Fo), \quad (25)$$

где A_1 – начальная тепловая амплитуда;

$\Phi_1(\mu_1; x/2R)$ – функция, учитывающая изменение температуры по координате;

R – размеры тела.

С учетом изложенного Г.М. Кондратьев формулу (24) для нагрева дает в размерной форме:

$$t_c - t = t' = Ce^{m\tau}, \quad (26)$$

где t' – модуль разности между температурой среды и температурой любой точки тела;

$t' = |t_c - t|$ – избыточная температура для нагрева;

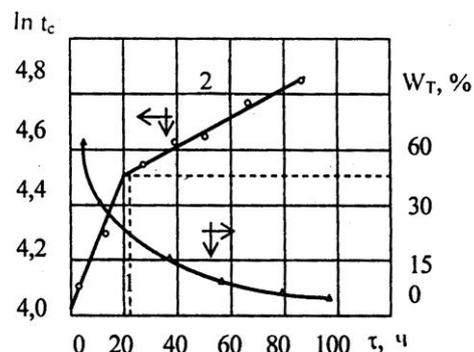
C – постоянная, на которую умножается основная собственная функция, определяемая после логарифмирования выражения (25):

$$\ln t' = m\tau + C. \quad (27)$$

Из выражения (27) видно, что закон изменения температурного поля тела (или системы в целом) имеет простой и универсальный вид: логарифм избыточной температуры в любой точке системы изменяется по линейному закону. По формуле (27) можно определить темп нагрева по экспериментальной кривой, отражающей закон изменения температуры среды в камере, аналогично закону изменения температуры тела по времени.

Таким образом, это подтверждает регуляризацию процесса нагрева среды, как общую закономерность теплообмена внутри системы в целом не только по отношению к твердому телу, но и к нагревающему его агенту – воздуху. В конце процесса, когда практически отсутствует влагообмен (например при сушке пиломатериалов), температура материала $t_c = t_\infty$.

График сушки пиломатериалов: 1 – первая стадия; 2 – вторая стадия



На рисунке представлен график зависимости $\ln t_c = f(\tau)$ опытной промышленной сушки пиломатериалов для выяснения наличия стадии регулярного теплового режима при влагообмене (сушке). В данном случае за «избыточную» температуру принимали температуру по сухому термометру с учетом температуры окружающего воздуха (32°C).

Как видно из графика, распространение понятия регулярного теплового режима из классической теории теплообмена между средой и телом на теорию сушки древесины возможно.

С практической точки зрения получение данных о тепловом регулярном режиме важно при заводских испытаниях в сушильных камерах и их сдаче в эксплуатацию. Имея экспериментальную кривую динамики нагрева данной камеры, можно сравнить ее с аналогичной кривой других установок. Установка, имеющая более высокий темп нагрева (при равной мощности источников тепла), будет более экономичной.

Вывод

Понятие регулярного теплового режима и его основополагающий принцип – постоянство скорости изменения логарифма избыточной температуры (между температурой среды и температурой тела) могут быть применены только к скорости изменения логарифма избыточной температуры среды, т.е. температуры сухого термометра в рабочем объеме сушильной камеры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьев Г.М. Регулярный тепловой режим / Г.М. Кондратьев. – М.: Гостехиздат, 1954. – 408 с.
2. Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки / А.В. Лыков. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1956. – 464 с.
3. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – М.: Энергия, 1977. – 344 с.
4. Сергеев В.В. Аэродинамические лесосушильные камеры / В.В. Сергеев. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 72 с.

V.V. Sergeev, Yu.I. Trakalo, E.V. Vorontsov, O.V. Kuznetsova, V.V. Savina
Simulation of Heat Transfer Process

Analytical dependencies characterizing dynamics of temperature change in the drying kiln are obtained by using the similarity theory and process simulation in the laboratory-scale plant.