

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ 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

5–6

2001

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**, проф. **А.Н. Кириллов**,
проф. **В.И. Комаров**, проф. **Н.В. Лившиц**, проф. **В.И. Мелехов**, проф. **Е.Г. Мозолева**,
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. **А.Р. Родин**,
проф. **В.П. Рябчук**, проф. **Е.Д. Сабо**, проф. **Э.Н. Сабуров**, проф. **Е.Н. Самошкин**, проф.
В.И. Санев, проф. **О. А. Терентьев**, проф. **Ф.Х. Хакимова**, проф. **В.Я. Харитонов**, проф.
Г.А.

Чибисов, проф. **Х.-Д. Энгельманн**

Ответственный секретарь – заслуженный работник культуры **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» № 5–6

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

Перевод **Н.Т. Подражанской**

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

Сдан в набор 24.11.2001. Подписан в печать 24.12.2001.

Форм. бум. 70×108 1/16. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 19,872. Усл. кр.-отт. 19,872.

Уч.-изд. л. 24,11. Тираж 1000 экз.

Архангельский государственный технический университет

Адрес редакции: 163002, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 17, тел.: (818-2) 28 07 18,
факс: (818-2) 28 07 14, e-mail: forest@agtu.ru <http://lesnoizhurnal.agtu.ru>

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

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>А.А. Кулыгин.</i> Роль температурного фактора в созревании плодов древесных растений	7
<i>Е.А. Зотеева, Л.М. Морозова, М.А. Магомедова, А.В. Зув.</i> Трансформация южнотаежных лесных сообществ в пригородных лесах и лесопарках...	11
<i>Ю.И. Гниненко, Т. И. Симонова.</i> Роль патогенов и энтомофагов звездчатого и красноголового пилильщиков-ткачей в очагах массового размножения.	16
<i>Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова.</i> Интродукция древесных растений в дендрарии СибГТУ	23
<i>В.Н. Денeko.</i> Зависимость смолопродуктивности сосны обыкновенной от морфологических особенностей ствола дерева и динамика ее изменения под влиянием подсочки	28
<i>Н.Т. Спицына, О.Н. Зубарева, В.Д. Перевозникова.</i> Лесоводственная оценка и пылеаккумулирующие свойства березняков в районе карьера по добыче известняка	34
<i>Л.Т. Долидзе.</i> Влияние рубок главного пользования на возобновление леса и основные водно-физические свойства почв в буковых насаждениях Восточной Грузии	42
<i>Т.А. Сазонова, Е.Н. Терехова, И.С. Осипова, С.М. Шредерс.</i> Азотные соединения в хвое растений в условиях промышленного загрязнения.....	46

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>В.С. Морозов.</i> Математическая модель для расчета толщины оснований зимних автомобильных дорог на болотах	53
<i>Н.Н. Буторин.</i> Средняя техническая скорость и расход топлива автомобильного поезда	60
<i>Т.В. Чельшева.</i> Применение лигносульфонатов для укрепления и обеспыливания лесовозных автомобильных дорог	64

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Ю.Ф. Чернышев, С.И. Трошин.</i> Расчет натяга стандартной деревянной неоднородной втулки в подшипнике скольжения	71
<i>Е.М. Разиньков, Л.В. Пономаренко.</i> Использование кремнефтористого аммония в качестве отвердителя карбамидоформальдегидных смол	76
<i>В.И. Малыгин, А.Е. Смаглов.</i> Оценка точности вычислений по уравнению теплопроводности в задачах теплофизики при проектировании дерево-режущего инструмента	81
<i>В.В. Тулейко, В.Б. Снопков.</i> Прессование древесностружечных плит увеличенной толщины. 2. Влияние технологических факторов на процессы тепло- и массопереноса.....	87

<i>С.П. Агеев.</i> Расчет параметров нагрузки электрических сетей лесопильного производства	94
<i>Л.С. Суворцева, М.М. Царева.</i> Новое в технологии торцовки тонких досок....	107
ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ	
<i>Ф.Х. Хакимова, Т.Н. Ковтун, О.А. Носкова.</i> Получение целлюлозного порошка из хлопковой и древесной целлюлозы	113
<i>В.И. Комаров, М. Ю. Кузнецова.</i> Влияние расхода катионного крахмала в кислой и щелочной средах на вязкоупругие свойства бумаги	118
<i>Г.Ф. Прокиин, В.П. Чертовская, С.Г. Цыбакова, Н.М. Кокрятская, А.П. Вишнякова.</i> Влияние добавок ДМСО на механизм делигнификации и образования метилсернистых соединений при натронной и сульфатной варках целлюлозы	130
<i>Ю.Г. Хабаров, Н.Н. Кошутина.</i> Изменение комплексообразующих свойств лигносульфонатов путем нитрозирования.....	133
<i>Н.В. Венкова, Е.Д. Гельфанд.</i> Рациональная технологическая схема извлечения сахаров из гидролизат-массы при маломодульном гидролизе растительного сырья	138
<i>Л.В. Майер, А.А. Арутюнян, Т.Э. Скребец, К.Г. Боголицын.</i> Гидродинамические свойства малоизмененных лигнинов	143
ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА	
<i>И.В. Шутов.</i> О лесном доходе России	149
<i>В.А. Ивлев.</i> Особенности управления лесными ресурсами Уральского региона	161
<i>Ле Ан Туан, А.И. Смирнова.</i> Экономические подходы к обоснованию технологии лесозаготовок в лесопромышленном холдинге	170
<i>А.Е. Кожин.</i> Экономическая эффективность вертикальной интеграции лесопромышленных предприятий	174
МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПРЕПОДАВАНИЯ	
<i>Я.Ф. Молнар.</i> Обучение и консультирование по заказам производства (уроки бизнеса в образовательной сфере).....	182
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ	
<i>В.П. Рябчук, В.А. Божок.</i> Особенности плодоношения карии в условиях Украины	188
<i>В.П. Иванов.</i> Длительная стимуляция роста как эффект повышения устойчивости сосны обыкновенной под воздействием ПАБК	192
<i>А.Л. Невзоров, Ю.А. Варфоломеев, С.Е. Аксенов, В.Р. Ивко, И.Ф. Ламов.</i> Статистический анализ износа несущих конструкций деревянных зданий в Архангельской области	196
МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	
<i>О.М. Соколов, А.Л. Невзоров, Ю.А. Варфоломеев, А.Н. Федотов, Н.Т. Подражанская.</i> Российско-норвежское сотрудничество в сфере образования и науки с участием Архангельского государственного технического университета	202

CONTENTS

FORESTRY

<i>A.A. Kulygin.</i> Role of Temperature Factor in Fruit Ripening of Wood Plants.....	7
<i>E.A. Zoteeva, L.M. Morozova, M.A. Magomedova, A.V. Zuev.</i> Transformation of Southern-taiga Forest Communities in the Suburban Forests and Forest Parks.	11
<i>Yu.I. Gninenko, T.I. Simonova.</i> Role of Pathogenes and Parasites of Sawflies in the Centers of Mass Reproduction.....	16
<i>R.N. Matveeva, O.F. Butorova.</i> Introduction of Trees and Bushes in Arboretum of Siberian State Technical University.....	23
<i>V.N. Deneko.</i> Dependence of Resin Productivity of the Scotch Pine on Morphological Features of the Tree Trunk and Dynamics of its Changing under the Influence of Tapping.....	28
<i>N.T. Spitsyna, O.N. Zubareva, V.D. Perevoznikova.</i> Silviculture Assessment and Dust Accumulating Features of Birch Stands in the Loam Mining Pit Area....	34
<i>L.T. Dolidze.</i> Influence of Main Felling on Reforestation and Main Water-physical Properties of Soils in Beech Stands of Eastern Georgia.....	42
<i>T.A. Sazonova, E.N. Terebova, I.S. Osipova, S.M. Shreders.</i> Nitric Compounds of Coniferous Plants under Industrial Pollution Conditions.....	46

WOODEXPLOITATION

<i>V.S. Morozov.</i> Mathematical Model for Calculating Base Thickness of Winter Highways on Swamps.....	53
<i>N.N. Butorin.</i> Average Technical Speed and Fuel Consumption of the Train-type Vehicle.....	60
<i>T.V. Chelysheva.</i> Use of Lignosulfonates for Reinforcing and Dedusting Forest Roads.....	64

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE

<i>Yu.F. Chernyshev, S.I. Troshin.</i> Calculation of Interference of Standard Wooden Heterogeneous Bushing in Slide Bearing.....	71
<i>E.M. Razinkov, L.V. Ponomarenko.</i> Using Fluosilicate Ammonium as Hardener of Urea-formaldehyde Resins.....	76
<i>V.I. Malygin, A.E. Smaglov.</i> Calculation Accuracy Assessment of Thermal Conductivity Equation in Thermophysics Tasks when Designing Woodcutting Tool.....	81
<i>V.V. Tuleiko, V.B. Snopkov.</i> Pressing of Particleboards of Enlarged Thickness. 2. Influence of Technological Factors on Heat- and Masstransfer Processes	87
<i>S.P. Ageev.</i> Calculation of the Electric Networks Load for Sawmill Production.	94
<i>L.S. Surovtseva, M.M. Tsareva.</i> New in Technology of Trimming Thin Boards..	107

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

<i>F.Kh. Khakimova, T.N. Kovtun, O.A. Noskova.</i> Producing Powder out of Cotton and Wood Pulp.....	113
<i>V.I. Komarov, M.Yu. Kuznetsova.</i> Influence of Cationic Starch Discharge in Acid and Alkaline Media on Paper Viscoelasticity.....	118
<i>G.F. Prokshin, V.P. Chertovskaya, S.G. Tsybakova, N.M. Kokryatskaya, A.P. Vishnyakova.</i> Influence of Additives of Dimethylsulfoxide on Delignification Mechanism and Methylsulfur Compounds Formation under Alkaline and Kraft Pulping.....	130
<i>Yu.G. Khabarov, N.N. Koshutina.</i> Changing of Complexing Properties of Lignosulfonates by Nitrosing.....	133
<i>N.V. Venkova, E.D. Gelfand.</i> Rational Technological Layout of Sugar Recovery from Hydrolysate Pulp at Low-module Hydrolysis of Vegetation Raw Material.....	138
<i>L.V. Mayer, A.A. Arutyunyan, T.E. Screbets, K.G. Bogolitsyn.</i> Hydrodynamic Properties of Low-change Lignins.....	143

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>I.V. Shutov.</i> On Forest Profit of Russia.....	149
<i>V.A. Ivlev.</i> Peculiarities of Forest Management in the Ural Region.....	161
<i>Le An Tuan, A.I. Smirnova.</i> Economic Approaches to Harvesting Technologies Substantiation in Forest Industrial Holding Company.....	170
<i>A.E. Kozhin.</i> Economic Efficiency of Vertical Integration of Forest-industrial Enterprises.....	174

METHODS AND PRACTICAL EXPERIENCE OF TEACHING

<i>Ya.F. Molnar.</i> Providing Training and Consultancy according to Orders of Enterprises (Business Lessons in Education).....	182
---	-----

SUMMARIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>V.P. Ryabchuk, V.A. Bozhok.</i> Special Features of Fruiting <i>Carya</i> in the Conditions of the Ukraine.....	188
<i>V.P. Ivanov.</i> Long-term Forcing as Effect of Increasing Resistance of Pine under the Influence of Paraben.....	192
<i>A.L. Nevzorov, Yu. A. Varfolomeev, S.E. Aksenov, V.R. Ivko, I.F. Lamov.</i> Statistical Analysis of Bearing Structure Degradation in Wooden Buildings of Arkhangelsk Region.....	196

INTERNATIONAL COOPERATION

<i>O.M. Sokolov, A.L. Nevzorov, Yu.A. Varfolomeev, A.N. Fedotov, N.T. Podrazhanskaya.</i> Russian-Norwegian Cooperation in Education and Science with Participation of Arkhangelsk State Technical University.....	202
--	-----

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*181.22

А.А. Кулыгин

Кулыгин Анатолий Андреевич родился в 1936 г., окончил в 1958 г. Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесных культур и лесопаркового хозяйства Новочеркасской государственной мелиоративной академии. Имеет более 150 научных и методических работ в области биологии и экологии древесных растений, лесной селекции и семеноводства, защитного лесоразведения.



РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА В СОЗРЕВАНИИ ПЛОДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Установлена прямая связь сроков созревания плодов 11 видов древесных растений с накоплением определенных сумм эффективных температур. Полученные материалы могут быть использованы при проектировании лесосеменных плантаций и прогнозировании сроков сбора лесных семян.

древесные растения, фенология, плодоношение, созревание семян, сумма эффективных температур, прогнозирование.

Роль тепла в росте и развитии растений общеизвестна, но не до конца изучен вопрос о количестве теплоты, необходимой для наступления отдельных фенофаз. В работах А.А. Шиголева [8, 9] и других исследователей отмечена прямая связь между началом цветения отдельных древесных растений и суммами эффективных температур.

Наши многолетние наблюдения позволили установить прямую связь наступления отдельных фенофаз (появление соцветий, начало цветения, появление первых плодов в соцветиях, окончание цветения, созревание плодов и семян и др.) с суммами эффективных температур. Последние признаны довольно надежными косвенными показателями при оценке потребности древесных растений в тепле.

Данных о количестве теплоты, необходимой для созревания плодов отдельных древесных растений, накоплено немного. По Е.М. Образцову [7], полное созревание плодов ореха черного наступает при накоплении суммы эффективных температур 2075 ... 2330 °. Нами также получены такие данные для ряда древесных растений [1–6].

Наблюдения проводили в Новочеркасске и его окрестностях. Город расположен в степной зоне, подзоне разнотравно-злаковой степи. Климат района умеренно континентальный. Средняя годовая температура воздуха 8,5 °С, абсолютный максимум + 39 °С, минимум – 35 °С. Годовое количество осадков 492 мм (по данным метеостанции Персиановка – 421 мм). Почвы – обыкновенные (североприазовские) черноземы.

Объектами наблюдения служили здоровые деревья и кустарники, произрастающие одиночно или в виде небольших групп в городе (парки, скверы) и его окрестностях (бывший питомник НИМИ, Бирючукутская овощная селекционная станция, территория Персиановского учхоза).

Суммы эффективных температур рассчитывали по методике А.А. Шиголева [8, 9], используя данные метеостанции ВНИИ виноградарства и виноделия Северокавказской гидрометеослужбы.

В таблице приведены данные о сроках созревания плодов отдельных видов древесных растений и соответствующие ему суммы эффективных температур. Как видим, эта зависимость достаточно четкая.

На прохождение фенофаз влияют разные экологические факторы, однако главная роль принадлежит теплу. С нарастанием температур (до определенного предела) ускоряются процессы метаболизма растений, что ускоряет наступление отдельных фенофаз, в том числе созревание плодов.

А.А. Шиголев [8, 9] установил, что цветение одной и той же древесной породы в разных лесорастительных зонах (с разным световым режимом) начинается при близких значениях сумм эффективных температур. Эта же зависимость характерна и для созревания плодов.

В годы с разной влагообеспеченностью плоды отдельных древесных растений созревали при близких значениях сумм эффективных температур, что также подтверждает доминирующее значение теплового фактора.

Зная суммы эффективных температур, можно прогнозировать сроки созревания плодов отдельных древесных растений. Время накопления суммы эффективных температур 327,5° будет вероятной датой начала опадения крылаток вяза гладкого; 1889,2° – созревания бобов робинии лжеакации; 2314,5° – начала опадения плодов каштана конского и т. п. Прогнозирование особенно важно для древесных растений, у которых семена после созревания быстро опадают (тополь, карагана древовидная и др.). Так, если 20 июня сумма эффективных температур составила 940° и в ближайшие дни ожидаются среднесуточные температуры + (20 ... 25) °С (эффективные – соответственно 15 и 20 °С), то накопление суммы 1059,4° и начало вылета семян караганы древовидной (акация желтой) следует ожидать через 6 ... 8 дн.

Анализируя ход накопления сумм эффективных температур за длительный период (10 ... 20 лет и более), можно рассчитать средние, самые ранние и поздние даты созревания плодов древесного растения для отдельного географического пункта, но прибегая к прямым фенологическим наблюдениям (полагая, что дата накопления определенной суммы является вероятной датой созревания плодов).

Вид растений	Фенофаза	Продолжительность наблюдений, лет	Средняя дата наступления фенофазы	Сумма эффективных температур $M \pm m_m, ^\circ$	Коэффициент вариации $C, \%$	Точность наблюдения $P, \%$
Тополь белый	Лет семян: начало	24	07.05	$266,4 \pm 2,8$	$\pm 5,09$	$\pm 1,04$
	окончание	23	14.05	$337,0 \pm 3,8$	$\pm 5,38$	$\pm 1,12$
Вяз приземистый	Начало опадения крылаток	27	13.05	$326,5 \pm 3,7$	$\pm 5,95$	$\pm 1,14$
Вяз гладкий	Опадение крылаток: начало	27	13.05	$327,5 \pm 3,6$	$\pm 5,64$	$\pm 1,09$
	окончание	21	25.05	$463,1 \pm 6,3$	$\pm 6,26$	$\pm 1,36$
Тополь пирамидальный	Лет семян: начало	26	18.05	$376,1 \pm 3,4$	$\pm 4,56$	$\pm 0,89$
	окончание	26	22.05	$430,6 \pm 3,8$	$\pm 4,49$	$\pm 0,88$
Шелковица черная	Начало опадения соплодий	20	09.06	$690,3 \pm 9,2$	$\pm 5,98$	$\pm 1,34$
	Начало созревания ягод	7	20.06	$889,3 \pm 11,5$	$\pm 3,43$	$\pm 1,30$
Жимолость татарская	Начало выброса семян	8	02.07	$1059,4 \pm 18,4$	$\pm 4,92$	$\pm 1,74$
Робиния лжеакация	Созревание семян	30	17.08	$1889,2 \pm 10,3$	$\pm 3,00$	$\pm 0,55$
Каркас миссисипский	Созревание костянок	9	08.09	$2197,8 \pm 40,6$	$\pm 5,54$	$\pm 1,85$
Каштан конский	Начало опадения семян, плодов	24	18.09	$2314,5 \pm 32,9$	$\pm 6,96$	$\pm 1,42$
Ясень ланцетный	Созревание крылаток	24	21.09	$2345,4 \pm 31,6$	$\pm 6,60$	$\pm 1,35$

Приведенные в таблице суммы эффективных температур характеризуют потребность в тепле отдельно стоящих деревьев и небольших групп, произрастающих в равнинной местности. В лесных насаждениях, где воздух и почва прогреваются медленнее, плоды будут созревать позже.

На сроки созревания влияет и рельеф местности. На южных склонах плоды созревают раньше, чем на северных.

У многих древесных пород имеются формы с ранним и поздним созреванием плодов. Сумма эффективных температур, соответствующая созреванию, может служить объективным показателем при селекции рано- и позднезревающих форм и сортов отдельных видов растений.

При проектировании лесосеменных плантаций важно знать суммы эффективных температур для видов с поздним созреванием семян, так как недостаток тепла (даже в отдельные годы) может приводить к невызреванию семян и потере урожая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кулыгин А.А.* Влияние температурных условий на созревание семян гледичии обыкновенной и софоры японской // Лесоведение. – 1984. – № 1. – С. 73–76.
2. *Кулыгин А.А.* Влияние температурных условий на созревание семян тополя и вяза // Лесн. журн. – 1987. – № 2. – С. 105–106. – (Изв. высш. учеб. заведений).
3. *Кулыгин А.А.* Влияние метеорологических условий на созревание и плотность оболочек семян бундука двудомного // Лесн. журн. – 1989. – № 4. – С. 19–21. – (Изв. высш. учеб. заведений).
4. *Кулыгин А.А.* Влияние температурных условий на созревание семян акации белой // Лесн. журн. – 1992. – № 1. – С. 123–124. – (Изв. высш. учеб. заведений).
5. *Кулыгин А.А.* Влияние температурных условий на созревание семян каштана конского и ясеня зеленого // Лесн. журн. – 1994. – № 2. – С. 137–139. – (Изв. высш. учеб. заведений).
6. *Кулыгин А.А.* Оценка требовательности древесных пород к теплу // Лесн. хоз-во. – 1997. – № 2. – С. 25.
7. *Образцов Е.М.* Ритмика сезонного развития растений рода *Juglans L.* в Донбассе // Сезонное развитие природы Европейской части СССР: Матер. конф. «Влияние света, тепла и влаги на сезонное развитие древесных растений», 6–8 декабря 1972 г. – М., 1974. – С. 61–63.
8. *ШигOLEV А.А.* Весенний вегетационный сезон в Подмоскowie // Календарь русской природы. Кн. 1. – М.: Изд-во МОИП, 1948.
9. *ШигOLEV А.А., Шиманюк А.П.* Сезонное развитие природы. – М.: Географгиз, 1949. – 239 с.

Новочеркасская государственная
мелиоративная академия

Поступила 24.03.2000 г.

A.A. Kulygin

Role of Temperature Factor in Fruit Ripening of Wood Plants

The direct correlation of fruit ripening of eleven wood plant species with definite sums of efficient temperatures' accumulation is established. The materials obtained could be used for designing forest-seed plantations and forecasting the terms for collecting forest seeds.

УДК 630*907.2

Е.А. Зотеева, Л.М. Морозова, М.А. Магомедова, А.В. Зуев

Зотеева Елена Анатольевна родилась в 1954 г., окончила в 1976 г. Уральский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и защиты леса Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 17 печатных трудов в области антропогенной трансформации лесных экосистем.



Морозова Людмила Михайловна родилась в 1951 г., окончила в 1977 г. Уральский государственный университет, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории фитомониторинга и охраны растительного мира Института экологии растений и животных УрО РАН. Имеет около 60 печатных трудов по проблемам антропогенной трансформации растительного покрова, экологического мониторинга, продуктивности растительных сообществ.



Магомедова Маргарита Алексеевна родилась в 1949 г., окончила в 1973 г. Свердловский педагогический институт, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитомониторинга и охраны растительного мира Института экологии растений и животных УрО РАН. Имеет 70 печатных трудов в области лихенологии, экологического мониторинга, антропогенной трансформации растительного покрова.



Зуев Андрей Валерьевич родился в 1974 г., окончил в 1997 г. Уральский педагогический университет, аспирант Института экологии растений и животных УрО РАН. Имеет 5 печатных работ.

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ЮЖНОТАЕЖНЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ
В ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСАХ И ЛЕСОПАРКАХ**

Описаны изменения древостоев, подроста и напочвенного покрова южнотаежных лесных фитоценозов в связи с рекреационным воздействием. Отмечено увеличение гетерогенности напочвенного покрова, изменчивости таксационных показателей древостоя, снижение количества и жизненности подроста.

рекреационные нагрузки, жизненность древостоев и подроста, флористическое разнообразие, коэффициенты сходства.

Для экологического мониторинга лесов важно выбрать критерии оценки их состояния, позволяющие диагностировать антропогенную трансформацию лесных экосистем. В этих целях нами проведено сравнение роста сосняков в лесопарковой зоне и окрестностях Екатеринбурга.

Район исследования расположен в Зауральской холмисто-предгорной провинции, южнотаежном округе, в Тагильско-Свердловском предгорном лесорастительном районе. Это типичный лесной район, растительность которого испытала длительное и сильное антропогенное воздействие. Преобладают сосновые зеленомошные, кустарничковые и травяные типы леса и производные, обычно березовые [3].

Была заложена сеть из 17 опорных участков в сосновых и березово-сосновых лесах. Все участки расположены в сходных условиях загрязнения атмосферного воздуха и почв, не достигающих критических значений, но вызывающих изменение лесных экосистем [1, 2]. В семи из них, удаленных от Екатеринбурга на 10 ... 30 км и принятых за контроль, растительность испытывает невысокие сезонные рекреационные нагрузки в период сбора ягод и грибов. Десять площадей расположены в пригородных лесопарках и находятся под постоянным сильнейшим рекреационным воздействием. В пределах каждого участка проводились геоботанические описания на учетных площадях размером 50 × 50 м. Древостой и напочвенный покров охарактеризованы традиционными методами. Для древостоя определен индекс относительной жизненности, рассчитанный по числу деревьев [4].

Установлено, что состав основных лесообразующих пород на всех опорных участках одинаков: преобладает сосна обыкновенная, в примеси обычно береза. Характеристика сосны на опорных участках представлена в табл. 1. Как видим, качественные характеристики в пригородных парках и древостоях, удаленных от города и испытывающих меньшие рекреационные нагрузки, не отличаются. Наблюдается значительный разброс по разрядам высоты (от I до IV), сомкнутости крон (от 0,2 до 0,6). Удаленные от города древостои относятся к I-II разрядам высоты, средняя сомкнутость крон 0,5 ... 0,6. На всех опорных участках древостои имеют низкий индекс относительной жизненности (50 ... 79 %) и относятся к ослабленным. Индекс «здорового» древостоя (84 %) выявлен на одном участке, где отсутствие ослабленных и сухих деревьев объясняется регулярными рубками. Небольшое число отмерших деревьев в пригородных парках свидетельствует об эффективности ухода.

Состояние подроста сосны иллюстрирует табл. 2. Подроста младших возрастов в исследованных сообществах практически нет (встречаемость менее 1 %), подрост старших возрастов (более 10 лет) оценивается по классам жизненности как ослабленный (2) и отмирающий (3) или совсем не отмечен. Определение возраста затруднено наличием неоднократно обломанных верхушек и замещением главной оси побега ветвями второго и третьего порядков. Общее состояние подроста в пригородных парках лучше, чем в удаленных от города лесах, за счет возможного контроля со стороны лесхозов.

Таблица 1

Характеристика сосновых древостоев на опорных участках

№ опорного участка	Место-нахождение	Высота деревьев, м (класс высоты)	Диаметр ствола, см	Высота кроны, м	Число деревьев на пробной площади, шт.	Сомкнутость крон	Число сухих стволов на учетной площади, шт.	Жизненность древостоев, %
1	Колоткино	22 (II)	20	5	60	0,7	2	–
2	Шабры	20 (II)	18	4	68	0,6	17	54
3	Г. Щит	27 (I)	30	7	69	0,5	5	70
4	Оз. Чусовское	26 (I)	33	8	55	0,5	1	–
5	Оз. Шитовск	27 (II-I)	30	7	60	0,5	1	–
6	Пруд Глубо- чинский	30 (I)	33	7	45	0,4	–	–
7	п. Медный	25 (III)	33	7	66	0,3	–	61
8	8-й км Чусов- ского тракта	25 (III)	42	9	68	0,5	–	84
9	п. Калиновский	25 (III)	40	5	65	0,4	–	–
10	Парк Шарташ	27 (III-V)	29	6	73	0,7	–	70
11	Изоплит	27 (I)	30	5	78	0,7	–	–
12	Парк лесоводов	30 (I)	40	7	32	0,3	1	–
13	Уктус	24 (II)	29	5	48	0,4	–	–
14	ул. Военная	22 (IV)	28	5	44	0,3	–	70
15	Ю-3 парк	21 (IV)	38	5	76	0,6	3	66
16	Парк Победы	26 (II)	35	10	53	0,4	–	–
17	7 ключей	21 (IV)	40	8	86	0,7	–	68

Таблица 2

Характеристика подроста сосны на опорных участках

№ опорного участка	Средняя высота, см	Средний возраст, лет	Число игл на 1 см длины, шт.	Линейный прирост за год, см	Класс жизненности	Число единиц подроста	
						на учетной площади	на 1 га
2	92	18	–	3	3	75	300
3	264	20	8	3	2	575	2300
4	465	30	11	4	2	1700	6800
5	500	35	–	–	2	100	400
7	201	18	6	3	2	525	2200
9	90	18	5	8	1	1800	7200
10	50	10	4	6	2	575	2300
13	130	14	6	5	1	900	3600
16	206	19	5	6	2	500	2000
17	190	26	3	3	2	700	2800

Примечание. На участке 1 подрост не учтен; на участках 8, 11, 12, 14, 15 подрост нет.

синантропные и сорные, что сближает их флористически и с лесами, и с парками. В пригородных парках отмечается низкое (менее 50 %) флористическое сходство напочвенного покрова (табл. 3). Так, для площадей 10 и 11, расположенных в близких условиях, коэффициент сходства составляет только 33 %. Это связано с неравномерностью нагрузки и неоднородностью состава и структуры напочвенного покрова.

Итак, исследования показали, что под влиянием рекреационных нагрузок изменяются все компоненты лесных фитоценозов. Реакция древостоев на антропогенное воздействие проявляется в различии основных таксационных показателей. Установлено, что показатель жизнестойкости древостоя не может учитываться при оценке парковых лесов. Количество и состояние подрастающего поколения таково, что оно не в состоянии обеспечить естественное лесовосстановление. С увеличением антропогенной нагрузки происходит смена доминантов в напочвенном покрове вследствие выпадения или значительного снижения обилия многих видов кустарничков и разнотравья, сохраняющихся единично вокруг стволов. Вместо них разрастаются луговые и сорные синантропные виды, наблюдается задернение лесных почв. Увеличивается пространственная неоднородность напочвенного покрова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробейчик Е.Л., Хантемирова Е. Реакция лесных фитоценозов на техногенное загрязнение: зависимости доза – эффект // Экология. – 1994. – № 3. – С. 31–43.
2. Карта экологической ситуации промышленных районов Свердловской области. – М.: Роскартография, 1993.
3. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 176 с.
4. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. – 200 с.

Уральская государственная
лесотехническая академия
Институт экологии растений и животных УрО РАН

Поступила 11.01.2000 г.

E.A.Zoteeva, L.M. Morozova, M.A.Magomedova, A.V.Zuev
**Transformation of Southern-taiga Forest Communities in the
Suburban Forests and Forest Parks**

Changes of stands, undergrowth and ground vegetation of forest phytocoenoses in southern taiga are described in connection with recreation impact. The increase of heterogeneity of ground vegetation is registered, as well as variability of inventory indices of forest stand, decrease of amount and vitality of undergrowth.

УДК 630*411

Ю.И. Гниненко, Т.И. Симонова

Гниненко Юрий Иванович родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, директор Российского центра защиты леса. Имеет более 160 печатных работ по различным вопросам лесозащиты.



Симонова Татьяна Ивановна родилась в 1948 г., окончила в 1977 г. Казахский сельскохозяйственный институт, старший научный сотрудник Казахского НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации. Имеет 14 печатных работ в области лесной энтомологии и микробиологии.



**РОЛЬ ПАТОГЕНОВ И ЭНТОМОФАГОВ
ЗВЕЗДЧАТОГО И КРАСНОГОЛОВОГО ПИЛИЛЬЩИКОВ-ТКАЧЕЙ
В ОЧАГАХ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ**

Изучено значение патогенных микроорганизмов и паразитических энтомофагов в динамике численности пилильщико-ткачей в Северном Казахстане. Главную роль в процессе затухания вспышек играют яйцееды и длительная диапауза.

патогенные микроорганизмы, энтомофаги, вспышки численности, яйцееды.

Звездчатый (*Acantholyda stellata* Christ.) и красноголовый (*A. erythrocephala* L.) пилильщико-ткачи являются обычными фитофагами сосновых молодняков во многих странах Европы [6, 10 и др.], а также в России и Казахстане [1, 3, 7 и др.]. Очаги массового размножения этих насекомых охватывают значительные территории, и для защиты от повреждений, наносимых древостоям личинками ткачей, обычно используют ядохимикаты.

В природных популяциях этих фитофагов крайне редко отмечают гибель особей от инфекций, уничтожение значительного их числа хищными и паразитическими энтомофагами (табл. 1).

Таблица 1

Возбудители болезней в популяциях пилильщиков-ткачей

Вид пилильщика-ткача	Вид возбудителя болезней	Автор
Звездчатый	<i>Spicilaria fumosorosea</i> ,	А.А. Евлахова, О.И. Швецова [4]
	<i>Beauveria bassiana</i> ,	
	<i>Borrelinavirus</i> sp.	
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Е.В. Орловская [8]
Красноголовый	<i>Neoplectana jannicki</i>	J. Weiser, W. Kohler [11]
	<i>Borrelinavirus</i> sp.	И.А. Зариньш [5]
	То же	Л.И. Ляшенко [7]

Методика работ

Чтобы выявить наиболее действенные природные регуляторные механизмы в популяциях ткачей, обитающих в сосняках Северного Казахстана, и установить возможности их использования для биологической защиты искусственных сосновых молодняков, нами в 1981–1997 гг. предпринят поиск патогенных микроорганизмов и энтомофагов, которые были бы способны значительно влиять на динамику численности этих фитофагов. Обследовали очаги массового размножения ткачей в Кустанайской, Кокчетавской, Семипалатинской и Павлодарской областях (в рамках административных границ 1997 г.). Найденные трупы личинок подвергали микробиологическому анализу для выявления причин гибели по общепринятым методикам [4]. Учитывали также причины гибели эонимф и пронимф в почве, а также зараженность яйцекладок паразитическими яйцедами.

Для обнаружения скрытой инфекции в популяциях в ряде очагов собирали яйцекладки ткачей, в лабораторных условиях выведенных из них личинок помещали на «букеты» из ветвей сосны и во время питания подвергали воздействию стрессов от голодания, перегрева или переохлаждения. Для активизации скрытой вирусной инфекции ветви, на которых в лаборатории питались личинки, обрабатывали вирусными препаратами и изолятами вирусов, выделенных из других насекомых.

Обсуждение результатов

Во всех обследованных нами очагах ткачей удавалось найти лишь единичных особей, погибших от инфекционных причин. За все годы наблюдений ни разу не выявлены случаи эпизоотического проявления болезней в популяциях ткачей. Аналогичные результаты получены и другими авторами. Так, Е.В. Орловская [8] подчеркивает, что выделенный ею полиэдренный вирус не имел эпизоотических проявлений в популяциях звездчатого ткача, а отмеченная в погибших особях *B. thuringiensis* выявлена только как инфекция, сопутствующая полиэдренной болезни. И.А. Зариньш [5] также обнаружил в природных популяциях ткача в Латвии полиэдренный вирус и вирус гранулеза, но уровень гибели личинок от этих патогенов не

превысил 55 % особей, и автор не приводит результатов лабораторного испытания выделенных изолятов. Л.И. Ляшенко [7] указывает, что в изученных ею очагах массового размножения красноголового пилильщика-ткача из диапаузирующих в почве эонимф в течение лета от полиэдроза погибло 10 % особей, а личинок, питавшихся в течение лета предыдущего года, – лишь 6 %.

В хронических очагах массового размножения ткачей в Северном Казахстане находящиеся в почве эонимфы и прониимфы также сравнительно редко погибают от болезней и паразитических насекомых (табл. 2).

Известно, что в Центральной Европе в некоторых очагах массового размножения звездчатого пилильщика-ткача часть личинок погибает от нематод [11]. Лабораторные обработки личинок, питающихся нематодным препаратом, проведенные в Польше, показали, что их гибель может достигать 68 % [9]. Однако нам не удалось наблюдать гибель как личинок, питающихся в кронах сосен, так и эонимф и прониимф в почве от паразитических нематод во всех обследованных очагах ткачей в Казахстане.

Таблица 2

Гибель эонимф и прониимф ткачей от болезней и энтомофагов

Лесничество	Год проведения работ	Участок	Процент особей в выборке по состоянию					
			Самки			Самцы		
			здоровые	паразитированные	больные	здоровые	паразитированные	больные
Звездчатый пилильщик-ткач								
Кокчетавская область								
Самарбайское	1981	1	90,9	9,1	0,0	92,2	5,2	2,6
		2	96,2	1,9	1,9	83,7	14,0	2,3
Боровское	1983	1	87,9	9,7	2,4	87,8	12,2	0,0
		2	89,1	7,3	3,6	89,4	8,8	1,8
Кустанайская область								
Убаганское	1982	1	91,0	8,1	0,0	96,3	3,7	0,0
		2	100	0,0	0,0	100	0,0	0,0
Краснокордонское	1982	1	83,3	16,7	0,0	87,5	12,5	0,0
		2	62,2	37,8	0,0	76,9	23,1	0,0
Павлодарская область								
Чалдайское	1984	1	61,9	38,1	0,0	92,3	7,7	0,0
		2	72,4	27,6	0,0	100	0,0	0,0
Семипалатинская область								
Байдавлетское	1981	1	100	0,0	0,0	100	0,0	0,0
		2	100	0,0	0,0	100	0,0	0,0
Красноголовый пилильщик-ткач								
Кокчетавская область								
Урумкайское	1981	1	100	0,0	0,0	100	0,0	0,0
		2	100	0,0	0,0	97,7	0,0	2,3

Таблица 3

**Результаты испытаний изолятов патогенных микроорганизмов
на личинках ткачей**

Вид пилильщика- ткача	Изолят	Число личинок в опыте	Процент погибших особей из числа	
			питавшихся личинок	выживших после обработки, но погибших в период зимовки
Красноголовый	Вирус А	150	83,3	78,0
	Вирус Б	150	100	0,0
	Бацилла кв. 43 (с дополнительным стрессированием перегревом)	150	88,0	100
	Бацилла кв. 43 (без стрессирования)	150	66,0	53,0
	Кокковая форма бактерий	150	86,0	73,0
	Контроль (без опры- скиваний)	150	6,6	0,0
Звездчатый	Вирус А	90	77,7	100
	Бацилла кв. 43 (без стрессирования)	90	62,2	60,0
	Контроль (без опрыскиваний)	90	7,8	0,0

Не найдя в действующих и затухающих очагах массового размножения ткачей патогенных микроорганизмов, которые вызывали бы эпизоотии и заметно снижали уровень численности фитофагов, мы пытались из выделенных изолятов патогенных микроорганизмов получить в лабораторных условиях штаммы бактерий и вирусов, которые в дальнейшем можно было бы рекомендовать для использования в качестве биологических инсектицидов. Нами получены изоляты полиэдренного вируса из личинок звездчатого (штамм А) и красноголового (штамм Б) пилильщиков-ткачей, а также изолят *B. thuringiensis* (штамм кв. 43) и штамм кокковой бактерии. Лабораторные обработки хвои, на которой питались личинки ткачей 1–2-го возрастов, этими штаммами показали сравнительно высокую патогенность последних (табл. 3).

Выжившие после обработки личинки, завершив питание, опускались в почву, где превращались в зонимф и диапаузировали в холодильнике. Через 10 месяцев особей извлекали из почвы и определяли состояние как оставшихся в диапаузе, так и реактивированных. Значительная их часть погибла от инфекции в период нахождения в почве во время зимовки (табл. 3).

На личинках звездчатого ткача испытано также влияние изолятов *B. thuringiensis*, выделенных нами ранее из трупов гусениц златогюзки *Euproctis chrysorrhoea* L. в очагах ее массового размножения в Бурлинском лесхозе в пойме р. Урал, и полиэдренного вируса, полученного нами из трупов гусениц шелкопряда-монашенки, собранных в очаге на территории Со-

Таблица 4

**Результаты двухлетнего лабораторного испытания изолятов *B. thuringiensis*
из других фитофагов на личинках красноголового пилильщика-ткача**

Шифр изолята	Процент личинок, погибших после обработки	
	1987	1988
2400 б – 2 П	10,0	Не испытывался
2400 б – 5 П	40,0	»
2429	40,0	»
2478	6,7	»
2407	46,7	56,0
2416	23,3	Не испытывался
2403	53,3	41,0
2432	23,4	Не испытывался
Лепидоцид	Не испытывался	33,5
Контроль	0,0	15,0

коловского лесхоза Североказахстанской области. Применение в лабораторных условиях как вирусов, так и бактерий не вызвало значительной гибели личинок ткачей (табл. 4).

На следующий год изоляты, оказавшиеся наиболее эффективными в предварительном опыте (смертность личинок в 1987 г. превышала 40 %), были использованы для повторных обработок. Для сравнения испытан широко применяемый в практике защиты леса бактериальный препарат лепидоцид. Повторные обработки также показали невысокую смертность личинок, особенно от лепидоцида (табл. 4).

Личинки, погибшие во всех вариантах опыта и в контроле, были подвергнуты микробиологическому анализу на наличие бактериальной микрофлоры. Установлено, что кристаллообразующие бактерии *B. thuringiensis* играли определенную роль в гибели личинок ткачей лишь при применении изолята 2403 и лепидоцида. В остальных случаях гибель произошла из-за смешанных инфекций, в которых вирусы и кристаллообразующие бактерии играли весьма незначительную роль.

Таким образом, многолетние поиски эффективных патогенов в популяциях звездчатого и красноголового пилильщиков-ткачей выявили наличие у них полиэдренных вирусов, способных вызывать гибель 80 ... 100 % личинок в условиях лабораторного опыта. От кристаллообразующих бактерий даже при дополнительном стрессировании в лаборатории погибало не более 80 % личинок. Сравнительно высокая гибель от кокковой инфекции (80 % в лабораторном опыте) все же не дала оснований для продолжения работ по соображениям бесперспективности производства препарата на основе патогенных кокков. Работы с вирусными изолятами также не были в дальнейшем продолжены из-за невозможности массового сбора трупов ткачей в их очагах для производства биопрепарата и трудностей лабораторного выращивания личинок.

В природных популяциях ткачей отсутствуют не только патогены, способные вызывать широкомасштабные эпизоотии. Крайне редко встре-

чаются и энтомофаги, способные вызвать массовую гибель личинок в кронах или эонимф и пронимф в почве [6]. Интересно проанализировать данные, приводимые Л.И. Ляшенко [7] для очага красноглавого ткача в Воронежской области. В 1970 г. при сохранении практически стабильной плотности популяций (осенью 1969 г. на 1 м² почвы приходилось 93,6 особи, осенью 1970 г. – 105,6 особи) в течение летнего сезона погибло более 90 % особей. Гибель взрослых особей, яиц и личинок от паразитов и хищников не превысила нескольких процентов, тогда как полиэдроз личинок был самым существенным фактором смертности (78 % питавшихся в кронах личинок). Столь высокую гибель личинок от полиэдроза не отмечал более ни один автор, работавший в очагах ткачей. И даже при таком уровне смертности действовавший с 1961 г. очаг не затух из-за развития сильной эпизоотии, а в 1970 г. его площадь продолжала увеличиваться. Автор сделала вывод, что динамика численности ткача не соответствует «общепринятому характеру вспышек массового размножения».

Таким образом, данные, полученные нами и другими исследователями, говорят о том, что болезни, паразитические и хищные насекомые, вызывающие гибель личинок в кронах, а также эонимф и пронимф в почве, не играют значительной роли в динамике популяций звездчатого и красноглавого пилильщико-ткачей. Ранее мы указывали, что в динамике численности популяций у ткачей, в частности звездчатого, большое значение имеет продолжительность диапаузы [2]. Зачастую она длится 2-3 года, но может продолжаться и дольше, существенно влияя на изменение численности.

Исследования в очагах массового размножения пилильщико-ткачей в Северном Казахстане показали, что весьма важную роль в регулировании численности этого фитофага могут играть яйцееды из рода *Trichogramma*.

Таблица 5

Зараженность яиц звездчатого пилильщика-ткача яйцеедами

Лесничество	Год учета	Число учтенных яиц	Процент яиц от общего числа		
			здоровых	паразитированных	погибших от хищников
Кокчетавская область					
Самарбайское, кв. 36	1992	365	92,0	8,04	0,0
Лесосеменной центр	1994	163	73,1	26,9	0,0
Кустанайская область					
Боровское, кв. 74	1994	81	97,6	0,0	2,4
» 46	1994	54	92,8	3,6	3,6
» 10	1994	459	82,3	17,7	0,0
» 74	1995	85	15,2	84,8	0,0
» 10	1995	121	36,3	63,7	0,0
» 11	1995	53	79,2	20,8	0,0
» 10	1996	174	12,1	87,9	0,0

Так, в очаге красноголового ткача в Урумкайском лесхозе Кокчетавской области от этого яйцеда в 1983 г. погибло 88,7, 1984 г. – 59,8, в 1987 г. – 60,4 % яиц. В результате в 1988 г. затух очаг, действовавший в течение 10 лет. В некоторых очагах звездчатого ткача нами также отмечена гибель большого числа яиц от паразитических яйцеедов (табл. 5).

Таким образом, яйцеедов, способных в течение нескольких лет значительно снижать численность популяций ткачей, по-видимому, можно считать реально значимым регулятором численности вредителей. Это весьма наглядно видно по участку сосновых лесных культур в кв. 10 Боровского лесничества, где за три года гибель яиц от яйцеедов возросла почти в 5 раз.

Итак, анализ причин затухания очагов массового размножения ткачей показывает, что наибольшее значение в развитии вспышек имеют сверхпродолжительная диапауза [2, 6 и др.] и паразитические яйцееды. Вероятность создания эффективных биопрепаратов на основе бактерий или вирусов невелика. При разработке стратегии биологической защиты сосновых молодняков от этих фитофагов в Западной Сибири и Северном Казахстане следует учитывать выявленные специфические особенности динамики численности ткачей из рода *Acantholyda*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валента В.Т., Жегас А.К., Рагялис А.К. Авиацимическая защита леса от звездчатого и красноголового пилильщика-ткача. – Каунас: Гирионис, 1980. – С. 3–15.
2. Гниенко Ю.И. Особенности динамики численности звездчатого пилильщика-ткача // Экология. – 1996. – № 4. – С. 310–312.
3. Гниенко Ю.И., Симонова Т.И. Красноголовый пилильщик-ткач (*Acantholyda erythrocephala* L.) в Северном Казахстане // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 1986. – № 3. – С. 75–76.
4. Евлахова А.А., Швецова О.И. Болезни вредных насекомых – М.: Колос, 1965. – 51 с.
5. Зариньш И.А. Бакуловирусы как элементы интегрированной системы защиты хвойного леса // Защита лесов России и перспективы ее развития. – Пушкино: МПР–ВНИИЛМ–РЦЗЛ, 2000. – С. 111–115.
6. Коломиец Н.Г. Звездчатый пилильщик-ткач. – Новосибирск: Наука, 1967. – 135 с.
7. Ляшенко Л.И. Динамика численности красноголового ткача-пилильщика // Защита леса: Науч. тр. / ЛТА. – 1972. – Т. 144. – С. 76–82.
8. Орловская Е.В. Использование вирусов в борьбе с хвоегрызущими насекомыми в СССР // Информ. бюл. МОББ ВПС. – 1989. – № 27. – С. 69–72.
9. Сандер Х. и др. Персистентность и эффективность нематод в биоценозе леса / Х. Сандер, М. Каменэк, А. Бэднарэк, Э. Пэзович // Персистентность и эффективность инсектицидных микроорганизмов в биоценозе. – Познань, 1988. – С. 138–150.
10. Burzynsky J. Osnuja czerwonegołowa na ziemiach Polsky // Prace Inst. Badaw. Lesn. – 1961. – N 235. – S. 79.

11. *Weiser J., Kohler W.* Neoaplektana janicki n. sp. – new parasitoid of the larvae *Acantholyda nemoralis* Toms. in Poland // *Rocz. Nauk Les.* – 1954. – №. 11. – С. 94–110.

Российский центр защиты леса
Казахский НИИ лесного хозяйства
и агролесомелиорации

Поступила 16.06.99

Yu.I.Gninenko, T.I.Simonova

Role of Pathogenes and Parasites of Sawflies in the Centers of Mass Reproduction

The role of pathogen microorganisms and parasites in the dynamics of sawflies population in Northern Kazakhstan has been studied. Ovieters and long diapause play the main role in the process of burst fading.

УДК 630*181.28

Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова

Матвеева Римма Никитична родилась в 1942 г., окончила в 1965 г. Сибирский технологический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой селекции, лесных культур и озеленения Сибирского государственного технологического университета. Имеет 175 печатных работ в области лесной селекции, лесных культур.



Буторова Ольга Федоровна родилась в 1944 г., окончила в 1967 г. Сибирский технологический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры селекции, лесных культур и озеленения Сибирского государственного технологического университета. Имеет 148 печатных работ в области лесных культур, интродукции.

**ИНТРОДУКЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ
В ДЕНДРАРИИ СибГТУ**

Приведены сведения о дендрарии, заложенном в 1948 г. на площади 8 га, имеющем коллекцию из 157 таксонов различных флористических областей. Отражены данные о состоянии интродуцентов и местных видов, материалы фенологических наблюдений. Выделены группы по устойчивости растений к почвенно-климатическим условиям.

интродукция, семейства, сохранение генофонда, адаптационные способности, фенологические ритмы.

В вопросах национальной политики по изучению и сохранению лесного биологического разнообразия, поддержанию природного наследия, а также привлечению в культуру новых и редких видов и форм немаловажная роль принадлежит ботаническим садам и дендрариям. Отмечается необходимость системной инвентаризации генетических ресурсов, разработки способов их размножения [6, 10].

Основным направлением селекционной работы по сохранению генетического фонда является изучение фенотипического разнообразия исходного материала. Коллекции таксонов, неоднородных по видовому и географическому происхождению, устойчивости к экологическим факторам, являются базой для изучения полиморфизма и размножения ценных особей. В решении данной проблемы особое положение занимают дендрарии, способствующие разработке наиболее эффективных методов интродукции и сохранению редких видов и форм, интенсивному вовлечению в хозяйственное использование биологических ресурсов [4].

Дендрарий Сибирского государственного технологического университета (СибГТУ), расположенный в Караульном лесничестве учебно-опытного лесхоза в зеленой зоне г. Красноярска, является одним из старейших в Красноярском крае. В соответствии с флористическим районированием [11] он входит в Ангаро-Саянский район Среднесибирской провинции.

Работы по закладке дендрария были начаты в 1948 г. под руководством проф. В.Э. Шмидта [8]. В настоящее время дендрарий занимает площадь 8 га и имеет коллекцию из 157 таксонов древесных пород, из них 17 видов хвойных (10,8 %) и 140 – лиственных (89,2 %). Растения относятся к 26 семействам, 62 родам и представляют флору Европы, Средней Азии, Сибири, Дальнего Востока, Китая, Японии, Северной Америки.

Наиболее представлены семейства *Rosaceae* – 42 вида (27,6 %), *Salicaceae* – 32 вида и гибриды (21,1 %); единичными видами – семейства *Anacardiaceae*, *Euphorbiaceae*, *Juglandaceae*, *Rutaceae*, *Ulmaceae*, *Vitaceae*. Растения в дендрарии растут группами до 90 шт. (*Acer ginnala* Maxim., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Pinus sibirica* Du Tour, *Tilia cordata* Mill. и др.) и поодиночке (*Pinus strobus* L., *Acanthopanax sessiliflorus* Seem., *Amygdalus nana* L., *Eleutherococcus senticosus* Maxim., *Shepherdia argentea* Nutt.). Возраст маточных растений 15 ... 50 лет, средняя высота от 0,3 м (*Juniperus sabina* L., *Mahonia aquifolium* Nutt.) до 21,0 м (*Larix sibirica* Ledeb.).

Основными направлениями научной работы являются изучение адаптационных способностей растений, проявляющихся в структурных, функциональных и качественных признаках, отбор наиболее ценных по устойчивости, декоративности видов, форм [7]. Зимостойкость растений определяется глазомерной оценкой повреждений по 7-балльной шкале ГБС РАН, даты наступления фенофаз – в соответствии с методиками [1, 3, 5]. Индивидуальная изменчивость оценивается по размерам, габитусу кроны, степени цветения и плодоношения (семеношения). В данной работе изложены материалы фенологических наблюдений и оценки жизнестойкости растений. Особенности фенологии растений в дендрарии СибГТУ сравнивали с данными З.И. Лучник [5], полученными в Барнаульском дендрарии, наиболее близко расположенном интродукционном пункте (на 1°40' южнее г. Красноярска), где продолжительность периода вегетации больше на 12 дн., а годовое количество осадков – на 67 мм.

Распускание почек у интродуцентов в дендрарии СибГТУ начинается с 1 мая – 8 июня. Ранними сроками распускания (1–7 мая) характеризуются *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *C. lucidus* Schlecht., *Corylus heterophylla* Fisch. ex Trautv., *Pentaphylloides fruticosa* Schwarz, *Ribes aureum* Pursh., *Padus avium* Mill., *Sorbaria sorbifolia* A.Br., вступающие в фазу при сумме эффективных температур 13 ... 37 °, поздние сроки (27 мая – 8 июня) отмечены у *Amorpha fruticosa* L., *Fraxinus mandschurica* Rupr., *Lespedeza bicolor* Turcz., *Mahonia aquifolium*, *Quercus rubra* L. при сумме эффективных температур 157 ... 188°.

Анализ вступления растений в фазу распускания почек свидетельствует о том, что в дендрарии СибГТУ данная фенофаза начинается в среднем

на три недели позже, чем в Барнаульском. Если же сравнить самое позднее начало наступления фенофазы, то в дендрарии СибГТУ распускание почек отстает на 4 ... 8 дн.

Первый свободный лист появляется 6 мая – 20 июня, в среднем на 20 дн. позже, чем в Барнауле. Самое позднее появление листьев отмечено у *Amorpha fruticosa*, *Fraxinus mandshurica*, *Lespedeza bicolor*, *Phellodendron amurense* Rupr., *Quercus rubra*, *Vitis amurensis* Rupr. (25 мая – 16 июня).

Цветение у *Salix caprea* L., *Corylus heterophylla* начинается 5–10 мая, на 17 ... 30 дн. позже, чем в Барнауле. Затем появляются цветки у *Amygdalus nana*, *Acer negundo* L. (10–30 мая), *Armeniaca mandshurica* Skvortz., *Pyrus ussuriensis* Maxim. (21–29 мая), *Padus avium*, *Prunus ussuriensis* Kov. et Kost., *Cerasus tomentosa* Wall. (25 мая–1 июня), *Ribes alpinum* L., *Ribes nigrum* L. (27 мая–6 июня). Заканчивается цветение 6–19 июня у *Ribes alpinum*, *Ribes nigrum*, *Padus avium*, *Pyrus ussuriensis*, 7–19 июня у *Prunus ussuriensis*, 10–19 июня у *Cerasus tomentosa*, *Armeniaca mandshurica*.

В конце мая – начале июня (25 мая–14 июня) зацветают *Sambucus racemosa* L., *Berberis amurensis* Rupr., *Malus baccata* Borkh., 1–12 июня – *Padus Maackii* Kom., *P. virginiana* Mill., *Ribes aureum*, *Prunus spinosa* L., 2–18 июня *Cerasus fruticosa* Pall. Продолжительность цветения составляет 7 ... 17 дн. у *Berberis amurensis*, *Prunus spinosa*, 9 ... 26 дн. у *Padus Maackii*, *P. virginiana*, *Sambucus racemosa*, *Malus baccata*, 17 ... 29 дн. у *Ribes aureum*.

В середине лета (5–16 июня) цветут *Caragana arborescens* Lam., *Chamaecytisus ruthenicus*, *Aronia melanocarpa* Elliot., *Crataegus Maximowiczii* Schneid., *Cerasus japonica* Lois., *Viburnum lantana* L., 10–19 июня – *Sorbus aucuparia* L., *Berberis vulgaris* L., *Spiraea hypericifolia* L., *Euonymus verrucosa* Scop., *Rhamnus dahurica* Pall., *Lonicera tatarica* L., 16–26 июня – *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *Frangula alnus* Mill.

Цветение *Syringa vulgaris* L. начинается с 3–17 июня, *S. Josikaea* Jacq. fil. – с 15–20 июня, *Rosa rugosa* Thunb., *Pentaphilloides fruticosa* Schwarz. – с 15–29 июня. Продолжительность цветения *Syringa vulgaris*, *S. Josikaea* обычно составляет две-три недели, в отдельные годы у *S. vulgaris* – 32 дн., у *S. Josikaea* сокращается до 9 дн. *Rosa rugosa* цветет 34 ... 49 дн., *Pentaphilloides fruticosa* – до конца сентября.

В первой декаде июля в фенофазу цветения вступают *Phisocarpus opulifolius* Maxim., *Syringa amurensis* Rupr., затем *Rosa Maximowicziana* Regel., *Sorbaria sorbifolia* (с 7–18 июля), *Tilia cordata* Mill. (с 17–23 июля). По началу цветения липы отставание фенофаз в сравнении с Барнаульским дендрарием сокращается до 7 ... 12 дн.

В августе–сентябре декоративный эффект достигается за счет появляющихся плодов и осенней раскраски листьев. Созревание плодов наблюдается у *Padus Maackii* с 14 июля – 5 августа, *Swida alba* Opiz., *Sambucus racemosa*, *Cotinus coggygia* Scop. – с 20 июля–20 августа, *Padus virginiana*, *Lonicera tatarica*, *Ribes aureum* – 2–26 августа, *Acer tataricum* L., *Viburnum lantana*, *Berberis vulgaris* – 10–30 августа, *Cerasus fruticosa*, *C. Besseyi* Sok., *Prunus spinosa*, *Rhamnus ussuriensis* Ja. Vassil., *Rosa rugosa*, *Sorbus aucuparia*

L. – 14–28 августа, *Cerasus japonica* Lois., *Elaeagnus argentea* Pursh., *Crataegus Maximowiczii*, *Hippophae rhamnoides* L., *Swida alba* – 20–28 августа, *Aronia melanocarpa*, *Berberis amurensis*, *Cotoneaster lucidus*, *Fraxinus pennsylvanica* March. – 28 августа–10 сентября.

Листопад начинается 28 августа – 10 сентября у *Euonymus Maackii*, *Juglans mandshurica* Maxim., *Padus avium*, *Phellodendron amurense* Rupr., *Pyrus ussuriensis*, *Sambucus racemosa*. Дольше всего (до 1–10 октября) листья держатся у *Aronia melanocarpa*, *Berberis vulgaris*, *Elaeagnus argentea*, *Lonicera tatarica*, *Pentaphilloides fruticosa*, *Ulmus pumila* L.

Фенологические наблюдения позволяют получать ценные сведения о биоритмах сезонного развития растений и использовать данные материалы для установления их адаптационных способностей в условиях пригородной зоны г. Красноярск. Большинство интродуцентов своевременно проходят сезонную ритмику. У некоторых дальневосточных и североамериканских видов (*Fraxinus mandschurica*, *Juglans mandshurica*, *Lespedeza bicolor*, *Phellodendron amurense*, *Tilia mandshurica* Rupr., *Amorpha fruticosa*, *Quercus rubra*) весенние фенофазы наступают на 10 ... 18 дн. позже по сравнению с местными, что подтверждается исследованиями других авторов [5, 9]; пожелтение и сбрасывание листьев начинается на 7...20 дн. раньше. *Juglans mandshurica*, *Fraxinus mandschurica*, *Phellodendron amurense* почти ежегодно цветут и плодоносят. У *Amorpha fruticosa* и *Lespedeza bicolor* семена не вызревают. Виды, поздно сбрасывающие листья (*Aronia melanocarpa*, *Lonicera tatarica* и др.), в основном зимуют успешно, однако в отдельные годы у них наблюдается обмерзание годичных побегов; *Lespedeza bicolor*, *Quercus rubra* обмерзают до уровня снега.

Кроме фенологических сравнивали биометрические показатели интродуцентов, произрастающих в дендрарии СибГТУ и в естественных условиях, а также других интродукционных пунктах Сибири (Новосибирск, Омск, Томск и др.). Установлено, что многие европейские и североамериканские кустарники, такие как *Amelanchier alnifolia* Nutt., *Amygdalus nana*, *Aronia melanocarpa*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Juniperus sabina*, *Ribes alpinum*, достигают той же высоты, что и в естественных условиях. Заметно отстают в росте от особей тех же видов в ареале, но имеют практически такие же размеры, как в дендрариях Барнаула и Новосибирска [2], *Acer negundo* L., *A. tataricum* L., *Euonymus verrucosa*, *Padus virginiana*, *Quercus robur* L., *Thuja occidentalis* L., *Tilia platyphyllos* Scop. Некоторые виды, такие как *Amelanchier alnifolia*, *Frangula alnus*, *Pinus strobus* L., *Quercus robur*, растут лучше, чем в Омске. Меньшей высоты, чем в естественных условиях и других дендрариях, достигают *Amorpha fruticosa*, *Juniperus communis* L., *Mahonia aquifolium*, *Quercus rubra*.

Ведется селекция видов и биотипов по биометрическим показателям, урожайности, зимостойкости. Установлено, что 79,0 % растений обладают хорошей жизнеспособностью (здоровый вид, хорошо развитые побеги, листья; растения цветут, плодоносят). В эту группу вошли *Berberis amurensis*,

B. vulgaris, *Corylus heterophylla*, *Quercus mongolica* Fisch., *Q. robur*, *Prunus ussuriensis*, *Pyrus ussuriensis*, *Ribes alpinum*, *Rosa rugosa* и др.

В группу с удовлетворительной жизненностью отнесены 16,6 % видов: *Acanthopanax sessiliflorum*, *Amygdalus nana*, *Armeniaca mandshurica*, *Cerasus fruticosa*, *Cotinus coggygia*, *Elaeagnus angustifolia* L., *Eleutherococcus seticosus* Maxim., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *F. mandshurica*, *F. excelsor* L., *Juglans mandshurica*, *Juniperus communis*, *Padus pensylvanica* L.f., *Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim., *Picea pungens* Engelm., *Pinus pumila* Regel, *P. strobus*, *Prunus divaricata* Ldb., *Pyrus communis* L., *Quercus pubescens* Willd., *Securinega suffruticosa* Rehd., *Syringa amurensis* Rupr., *Tilia amurensis* Rupr., *T. mandshurica*, *T. platyphyllos*.

Растения с незначительным приростом, у которых цветение и плодоношение очень слабое или отсутствует, образуют группу со слабой жизненностью. Это *Acer platanoides*, *Amorpha fruticosa*, *Mahonia aquifolium*, *Quercus rubra*, *Securinega suffruticosa*, *Vitis amurensis*.

Изучение фенологических ритмов и адаптационных способностей интродуцентов позволяет проводить их оценку, отбор и размножение для выращивания посадочного материала в целях озеленения населенных пунктов южной части Средней Сибири и расширения коллекции дендрария.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булыгин Н.Е. Дендрология. Фенологические наблюдения над древесными растениями. – Л.: ЛТА, 1979. – 96 с.
2. Встовская Т.Н. Древесные растения-интродуценты Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985. – 276 с.
3. Елагин И.Н. Методика проведения и обработки фенологических наблюдений за деревьями и кустарниками в лесах // Фенологические методы изучения лесных биогеоценозов. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1975. – С. 3–20.
4. Исаев А.С., Носова Л.М., Пузаченко Ю.Г. Биологическое разнообразие лесов России – предложения к программе действий // Лесоведение. – 1997. – № 2. – С. 3–13.
5. Лучник З.И. Фенологические фазы деревьев и кустарников в Алтайской лесостепи. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1982. – 128 с.
6. Мамаев С.А. Экологические аспекты интродукции растений // Экология и интродукция растений на Урале. – Свердловск: УрО АН СССР, 1991. – С. 3–6.
7. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Интродукция деревьев и кустарников в условиях юга Средней Сибири. – Красноярск: СибГТУ, 1998. – 128 с.
8. Погосова Н.П., Якимова В.П. Развитие научных исследований в области интродукции на базе дендрария СТИ // Рациональное использование и восстановление лесных ресурсов Ангаро-Енисейского района. – Красноярск: СТИ, 1980. – С. 32–33.
9. Протопопова Е.Н. Новые древесные породы Сибири. Интродукция новых пород на юге Красноярского края. – М.: Наука, 1966. – 104 с.
10. Рутковский И.В., Проказин А.Е. О сохранении генетического фонда лесов России // Лесн. хоз-во. – 1998. – № 3. – С. 30–32.
11. Соколов С.Я., Связева О.А. География древесных растений СССР. – М.; Л.: Наука, 1965. – 265 с.

Сибирский государственный
технологический университет

Поступила 26.05.99

R.N. Matveeva, O.F. Butorova

**Introduction of Trees and Bushes in Arboretum of Siberian
State Technical University**

The data is provided on arboretum founded in 1948 on the area of 8 ha, its collection consisting of 157 species of various floral regions. The information on the state of introduced and local species is presented as well as data of phenological observations. The groups of plants stable to soil-climatic conditions are determined.

УДК 630*284

В. Н. Денко

Денко Валерий Николаевич родился в 1955 г., окончил в 1984 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры лесных культур и мелиораций Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет 36 научных статей в основном по проблемам подсочки леса.



ЗАВИСИМОСТЬ СМОЛОПРОДУКТИВНОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ОТ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТВОЛА ДЕРЕВА И ДИНАМИКА ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОДСОЧКИ

Проанализирована смолопродуктивность сосны в зависимости от таксационных показателей деревьев за сезон и по годам подсочки. Изучено влияние инсоляции на динамику смолы выделения.

сосна, смолопродуктивность, внешние параметры дерева, морфология ствола, корреляции, динамика по годам.

Интерес к поиску связей смолопродуктивности с внешними параметрами дерева исследователи проявляли со времени проведения первых пробных опытов по подсочке леса в России [7, 9]; не ослабевает он и в настоящее время [1–3, 6, 8]. Такие связи обнаружены, однако их теснота в динамике изучена недостаточно.

Наши исследования проведены на территории Уральского научно-производственного комплексного лесохозяйственного предприятия. Характеристика насаждений, отобранных для проведения опытных работ: тип леса – сосняк ягодниковый, состав древостоя 10С, средний диаметр 30 см, возраст 90 лет, класс бонитета II.

Все семь опытных участков (по 100 деревьев в каждом) расположены в одном выделе на склоне северной экспозиции крутизной 10°. При закладке участков использовали общепринятые методы: участковый, подревный, групповой, а также методы, разработанные в УЛТИ. Технология подсочки соответствовала принятым нормам и правилам [5]. В опытах применялась обычная подсочка восходящим и нисходящими способами (всего 1400 карр).

Ежесезонно проводили от 18 до 30 обходов. Живицу взвешивали у каждого дерева отдельно с помощью поверенных весов с точностью до 1 г. Общее число взвешиваний в каждом варианте опыта от 3 до 24 за сезон. В расчетах использовали выход живицы на карродециметрподновку (КДП).

При изучении связи смолопродуктивности с морфологическими особенностями ствола дерева в условиях многолетней подсочки использовали среднюю индивидуальную смолопродуктивность каждого дерева за 5 лет подсочки. В большинстве случаев была выявлена прямая достоверная слабая связь на 1- и 0,1 %-м уровнях доверительной значимости. Получены следующие показатели коэффициентов парной корреляции (R) и корреляционных отношений (η): с диаметром ствола в коре – $R = 0,310 \pm 0,037$, $\eta = 0,340 \pm 0,017$ (дисперсионный анализ подтвердил связь с диаметром, $t_{\text{факт}} = 11,066$, $t_{\text{теор}} = 6,99$); протяженностью кроны – $R = 0,230 \pm 0,048$, $\eta = 0,230 \pm 0,017$; площадью кроны – $R = 0,154 \pm 0,040$, $\eta = 0,310 \pm 0,017$; объемом кроны, м^3 – $R = 0,255 \pm 0,047$, $\eta = 0,340 \pm 0,016$; протяженностью кроны (% от длины ствола) – $R = 0,195 \pm 0,048$, $\eta = 0,210 \pm 0,017$; числом трещин в комлевой части ствола – $R = 0,249 \pm 0,057$, $\eta = 0,250 \pm 0,016$; объемом кроны (оценка в баллах) – $R = 0,225 \pm 0,039$, $\eta = 0,218 \pm 0,018$; протяженностью кроны в северном направлении – $R = 0,137 \pm 0,040$, $\eta = 0,170 \pm 0,018$; южном – $R = 0,200 \pm 0,039$, $\eta = 0,250 \pm 0,017$; восточном – $R = 0,226 \pm 0,039$, $\eta = 0,140 \pm 0,018$.

Выявлена достоверная слабая связь на 5 %-м уровне значимости с высотой темной коры – $R = 0,100 \pm 0,040$, $\eta = 0,140 \pm 0,018$; протяженностью кроны в западном направлении – $R = 0,094 \pm 0,040$, $\eta = 0,140 \pm 0,018$.

Установлена обратная слабая достоверная связь смолопродуктивности на 1- и 0,1 %-м доверительных уровнях: с расстоянием от корневой шейки дерева до основания кроны – $R = -0,171 \pm 0,043$, $\eta = 0,240 \pm 0,017$; то же до первых мертвых сучьев – $R = -0,182 \pm 0,040$, $\eta = 0,190 \pm 0,018$; с классом роста по Крафту – $R = -0,136 \pm 0,040$, $\eta = 0,210 \pm 0,018$.

Не обнаружено достоверной связи смолопродуктивности с высотой дерева – $R = 0,065 \pm 0,042$, $\eta = 0,120 \pm 0,018$ и плотностью кроны – $R = 0,002 \pm 0,040$, $\eta = 0,130 \pm 0,018$ (оценка в баллах).

Показатели вычисленных множественных и частных коэффициентов корреляции, уравнений множественной регрессии (совместное влияние диаметра и каждого из всех перечисленных таксационных признаков на смолопродуктивность) полностью подтвердили тесноту связи, ее направление и достоверность, определенную по обычным коэффициентам корреляции.

Сравнительный анализ таксационных показателей деревьев различных категорий смолопродуктивности [4] свидетельствует, что высокосмолопродуктивные деревья лучше развиты, чем низкосмолопродуктивные. Объем кроны у них больше на 160, площадь ее проекции – на 155, протяженность – на 120 %. Они имеют хорошо развитые ветви в южном и восточном направлениях. Выход живицы у них меньше зависит от таксационных параметров. За весь 2-летний период наблюдений у высокосмолопродуктивных деревьев коэффициент вариации смолопродуктивности, как правило, был в два раза ниже, чем у низкосмолопродуктивных (13,7 и 29,4 %); показатели асимметрии всегда положительны и достоверны (в среднем за сезон

$A = + 1,31$), тогда как у противоположной группы в большинстве случаев они недостоверны.

Для исследований связи смолопродуктивности с морфологическими особенностями ствола дерева в течение вегетационного периода нами была использована индивидуальная смолопродуктивность опытных деревьев, полученная по месяцам сезона подсочки 1986 г. (выполнено 30 обходов). Динамика изменения тесноты связи за период исследований представлена в табл. 1.

Полученные результаты можно интерпретировать следующим образом. В мае–июне смоляной аппарат сосны функционирует за счет местных резервов, расположенных вблизи карры. В июле и особенно начале августа

Таблица 1

Показатель	Показатель связи R по месяцам подсочного сезона					
	Июнь*		Июль		Август	
	$R \pm M_R$	t_R	$R \pm M_R$	t_R	$R \pm M_R$	t_R
Диаметр ствола, см	0,085±0,038	2,199	0,250±0,035	6,804	0,268±0,035	7,318
Протяженность кроны, м:						
общая	0,071±0,044	1,594	0,163±0,043	3,693	0,193±0,043	4,420
на север	0,210±0,036	5,743	0,140±0,037	3,623	0,140±0,037	3,821
на юг	0,120±0,040	3,167	0,220±0,036	5,837	0,200±0,036	5,450
на запад	0,060±0,037	1,628	0,150±0,037	4,153	0,110±0,037	2,907
на восток	0,110±0,037	3,070	0,210±0,036	5,743	0,228±0,035	6,197
Площадь проекции кроны, м ²	0,087±0,037	2,338	0,126±0,037	3,370	0,127±0,037	3,416
Объем кроны, м ³	0,092±0,044	2,072	0,220±0,042	5,022	0,239±0,042	5,496
Расстояние от шейки до ветвей кроны, м	-0,189±0,037	4,916	-0,207±0,037	5,402	-0,230±0,037	6,053

* Смолопродуктивность, определенная по результатам подсочки в мае (5 обходов), вошла в показатель за июнь вместе с показателями июньских обходов до 21.06.86.

дерево полностью подключает все свои возможности для защиты, что отражено в показателях связи.

Изменения показателей связи смолопродуктивности с протяженностью различных сегментов кроны по сторонам света можно объяснить следующим образом. В мае – начале июня, в конкретной местности исследований (крутизна склона 10°), наибольшее влияние на выход живицы оказывают ветви, расположенные с северной стороны. В этот период солнечные лучи слабо освещают ветви других направлений, а большая часть рассеянного света попадает именно на длинные ветви с северной стороны. В середине июня – июле значительная часть солнечной энергии попадает на ветви южного и восточного направлений; в это время их влияние на смолопродук-

тивность максимальное. В августе, в связи со снижением уровня солнца над горизонтом, ветви южного направления слабо освещаются из-за вершины склона и некоторую часть времени находятся в тени; ветви восточного направления всю первую половину дня и далее по-прежнему освещаются солнцем, что отражается на показателях связи. Ветви западного направления в любое время вегетационного периода освещались меньше и практически не оказывали влияния на смолопродуктивность дерева.

Связь смолопродуктивности с морфологическими особенностями ствола дерева по годам исследований представлена в табл. 2. Анализ этих данных позволяет установить закономерность, при которой теснота связи практически всех показателей первого года подсочки сильно отличается от результатов последующих лет в сторону увеличения. Это можно объяснить тем, что в первый год подсочки еще не произошла перестройка защитных функций дерева. Именно поэтому регистрируемую в первый год смолопродуктивность можно охарактеризовать как дежурную, обеспечивающую защиту организма дерева на «скорую руку» из близлежащих источников, без включения в работу основных резервов защиты.

Для практической подсочки, прежде всего для научных исследований механизма смолообразования, это означает, что отслеживание физиологических процессов в организме дерева, а также поиск полноценных и достоверных связей смолопродуктивности с внешними и внутренними показателями дерева необходимо проводить по результатам второго и последующих лет подсочки, но не в первый сезон.

Полученные результаты показывают, что в процессе смолообразования участвует практически весь организм дерева. Морфологические особенности деревьев могут служить оценочным параметром смолопродуктивности, а также выступать в роли ориентиров для поддержания таких условий роста, в которых формируются деревья высокой смолопродуктивности. Однако, учитывая невысокие значения показателей связи, для точного индивидуального отбора высокосмолопродуктивных деревьев, например для целей селекции, более надежной оценкой будет служить предварительная подсочка. И полученный выход живицы даст непосредственную и потому наиболее достоверную информацию о смолопродуктивности каждого дерева.

Таблица 2

Показатель	Показатель связи R по годам исследований									
	1985		1986		1987		1989		1990	
	$R \pm M_R$	t_R	$R \pm M_R$	t_R	$R \pm M_R$	t_R	$R \pm M_R$	t_R	$R \pm M_R$	t_R
Диаметр ствола, см	$0,090 \pm 0,037$	2,583	$0,220 \pm 0,036$	6,003	$0,310 \pm 0,037$	7,738	$0,300 \pm 0,039$	7,344	$0,230 \pm 0,040$	5,662
Высота дерева, м	$-0,100 \pm 0,039$	0,623	$-0,020 \pm 0,039$	0,598	$0,070 \pm 0,042$	1,535	$0,120 \pm 0,044$	2,673	$0,050 \pm 0,044$	1,165
Протяженность кроны, м:										
общая	$0,130 \pm 0,044$	2,805	$0,160 \pm 0,043$	3,593	$0,220 \pm 0,046$	4,502	$0,280 \pm 0,046$	5,659	$0,250 \pm 0,050$	5,065
на запад	$0,040 \pm 0,038$	1,047	$0,200 \pm 0,036$	5,399	$0,090 \pm 0,040$	2,308	$0,150 \pm 0,042$	3,626	$0,170 \pm 0,041$	4,041
на восток	$0,140 \pm 0,037$	3,582	$0,100 \pm 0,044$	2,332	$0,230 \pm 0,039$	5,648	$0,259 \pm 0,040$	5,963	$0,180 \pm 0,041$	4,279
Площадь проекции кроны, м ²	$0,110 \pm 0,037$	2,805	$0,120 \pm 0,037$	3,248	$0,150 \pm 0,040$	3,813	$0,160 \pm 0,041$	3,836	$0,100 \pm 0,041$	2,399
Объем кроны, м ³	$0,120 \pm 0,044$	2,764	$0,200 \pm 0,043$	4,579	$0,240 \pm 0,046$	5,018	$0,300 \pm 0,046$	6,178	$0,210 \pm 0,046$	4,979

* Некоторое снижение R в 1990 г. можно объяснить тем, что на опытном участке за весь сезон было выполнено всего 5 обходов, что и не позволило получить достоверную картину смолопродуктивности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ворончихин Н.З.* Определение выхода живицы с участка площади по среднему диаметру деревьев и типу леса // Лесохимия и подсочка: Науч.-техн. реф. сб. – 1971. – № 10. – С. 7–8.
2. *Дрочнев Я.Г., Цикарев И. С.* Изменчивость выхода живицы при подсочке со стимуляторами // Там же. – 1972. – № 5. – С. 7–8.
3. *Куликов Г.М.* Влияние подсочки на смолопродуктивность и состояние сосновых древостоев в условиях Среднего Урала: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Свердловск, 1979. – 178 с.
4. *Мельников А.П.* Лесоводственно-технологические особенности подсочки сосны в лесах Казахского мелкосопочника: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Алма-Ата, 1971. – 21 с.
5. Правила подсочки в лесах Российской Федерации / Федеральная служба лесн. хоз-ва России. – М., 1994. – 26 с.
6. *Суханов В. И.* Смолопродуктивность сосновых насаждений, классификация и методы определения смолопродуктивности в Архангельской области // Лесохимия и подсочка: Науч.-техн. реф. сб. – 1973. – № 6. – С. 9–10.
7. *Терехов Ф.И., Толкачев А.К., Высоцкий И.В.* О показателях смолопродуктивности сосны // Лесохимич. пром-сть. – 1939. – № 5. – С. 3–13.
8. *Шкапо Е.П.* Некоторые придержки для определения смолопродуктивных сосен по внешним признакам // Лесн. журн. – 1966. – № 1. – С. 24–26. – (Изв. высш. учеб. заведений).
9. *Шкателов В.В.* О подсочке русской сосны (*Pinus silvestris*) и о добычании живицы // Лесн. журн. – 1895. – № 5. – С. 577–593.

Уральская государственная
лесотехническая академия

Поступила 11.01.2000 г.

V.N. Deneko

Dependence of Resin Productivity of the Scotch Pine on Morphological Features of the Tree Trunk and Dynamics of its Changing under the Influence of Tapping

Resin productivity of pine has been analyzed depending on the inventory indices of trees over the season and according to the year of tapping. The influence of insolation on the resin extraction dynamics has been studied.

УДК 630*012:630*948

Н.Т. Спицына, О.Н. Зубарева, В.Д. Перевозникова

Спицына Наталья Терентьевна родилась в 1952 г., окончила в 1975 г. Сибирский технологический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства Сибирского государственного технологического университета. Имеет около 40 печатных работ в области изучения устойчивости основных компонентов лесных фитоценозов к антропогенному воздействию.



Зубарева Ольга Николаевна родилась в 1950 г., окончила в 1973 г. Красноярский государственный университет, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии древесных растений Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Имеет более 40 печатных работ в области геоботаники, экологии, изучения влияния загрязнения на растительность.



Перевозникова Валентина Дмитриевна родилась в 1950 г., окончила в 1974 г. Красноярский государственный педагогический институт, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биогеоценологии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Имеет 55 печатных работ в области геоботаники.

**ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА
И ПЫЛЕАККУМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА БЕРЕЗНЯКОВ
В РАЙОНЕ КАРЬЕРА ПО ДОБЫЧЕ ИЗВЕСТНЯКА**

Дана диагностика состояния основных компонентов лесных фитоценозов, испытывающих загрязнение пылью из карьера. Установлены количественные показатели перехвата пыли древесным ярусом, подростом и напочвенным покровом.

промышленные выбросы, загрязнение пылью, березняки, накопление фитомассы, подрост, напочвенный покров.

Проблема техногенного загрязнения окружающей среды актуальна для большинства крупных промышленных центров. При возросших масштабах и разнообразии промышленного загрязнения поля выбросов отдельных предприятий, перекрываясь, образуют огромные зоны локального загрязнения [1]. Главным загрязнителем атмосферы, по мнению В.Н. Виноградова [6], является пыль. По его данным, запыленность атмосферы над промышленными предприятиями составляет 86,0, городами – 12,9, сельской местностью – 1,0, над океанами – 0,1 %.

Известно, что Красноярск относится к числу городов с неблагоприятными условиями проживания, острыми проблемами экологической безопасности. Наряду с городской средой, сильное техногенное влияние испытывают и лесные массивы, окружающие город. В радиусе 50 км леса подвержены техногенному загрязнению выбросами промышленных предприятий, в основном газами и пылью. Техногенный модуль максимальной пылевой нагрузки на пригородные леса может достигать 900 кг/км² в сутки.

Лесные фитоценозы, листовая поверхность которых в 5-15 раз превышает занимаемую ими площадь, обладают высокой пылеаккумулирующей способностью и могут задерживать до 20 т пыли на 1 га леса за сезон вегетации [2]. Следовательно, поверхность растительного покрова является важным промежуточным звеном, в котором осуществляется переход загрязняющих соединений из атмосферы к различным компонентам биогеоценоза. Ю.З. Кулагин [10] квалифицирует лесные сообщества, сблокированные с промышленными предприятиями, как промышленные фитофильтры, локализирующие и обезвреживающие токсичные выбросы.

Пока сведения о воздействии промышленных выбросов в целом на лесные фитоценозы весьма немногочисленны и отрывочны, а данных о воздействии кальцийсодержащей пыли совсем мало. Известно, что отходы цементного производства, с одной стороны, используются в качестве калийного удобрения и применяются для известкования кислых почв; с другой – отмечается снижение лабильности ряда физиологических процессов и изменение характеристик роста древесных растений.

Цель настоящей работы – дать лесоводственную характеристику состояния насаждений, произрастающих в зоне влияния известняковых карьеров, и оценить их пылеаккумулирующие свойства.

Эффективность очистки воздуха растениями возрастает с повышением их облиственности и высоты растительного покрова при прочих равных условиях. Так, деревья тополя черного (*Populus nigrum* L.) с густой листвой вблизи цементного завода седиментируют до 18 ... 20 т/га пыли, а средневозрастной древостой способен осадить 16 ... 18 т/га пылевидных частиц и обезвредить в течение года до 6 т токсичных газов [8].

Поражение растительности наступает тогда, когда скорость осаждения и доза загрязняющих веществ превышают обезвреживающую способность растений, подавляют процессы фотосинтеза и транспирации. У березы и сосны, произрастающих в зоне факела Назаровской ГРЭС, на поверхности листьев и хвои седиментируется 4 и 3 г/м² пыли соответственно, при этом у березы транспирация снижается на 28, у сосны – на 9, а у подростка березы – на 32 % [9].

Долговременное воздействие загрязняющих веществ существенно влияет на накопление фитомассы стволовой древесины, ветвей и листьев. Если рассматривать растительный покров как фильтр, задерживающий эти вещества, то критическим параметром является пространственное распределение и общая площадь листьев как поглощающей поверхности [11].

Объекты и методика исследований

Пробные площади в районе исследований выбирали и закладывали в наиболее распространенной группе типов леса – березняках разнотравных, испытывающих пылевое загрязнение, исходящее от известнякового карьера. От него в южном направлении в условиях пересеченного рельефа было заложено три топоэкологических профиля, на которых по градиенту расстояния закладывали по две постоянные пробные площади. Профиль 1 (пробные площади 1 и 2) был заложен в зоне влияния действующего карьера, профиль 2 (пробные площади 3 и 4) – в районе складирования золошлаковых отходов. Контролем служили пробные площади 5 и 6, заложенные в зоне недействующего карьера (профиль 3). В последнем случае пробные площади являлись условным контролем, поскольку эти насаждения произрастают на окраине города и воздействие на них выбросов промышленных предприятий не исключается. Уклон местности во всех случаях не превышал 10°.

При закладке пробных площадей и определении основных лесоводственно-таксационных характеристик насаждений использовали общепринятые в лесоводственных исследованиях методики [3]; биометрических показателей березняков – работы А.А. Молчанова [12], Л.К. Позднякова и др. [14], В.А. Усольцева [20]. При оценках руководствовались рекомендациями: В.А. Алексеева [1] – для качественного состояния деревьев; А.В. Побединского – для естественного возобновления под пологом насаждений; Л.П. Рысина и др. [16] – для живого напочвенного покрова.

Объектами исследования служили простые по форме и чистые по составу березовые и смешанные березово-сосново-лиственничные насаждения с участием березы в составе от 6 до 9 единиц. Это насаждения V-VI классов возраста, II класса бонитета, с полнотой 0,7 ... 1,2, запас стволовой древесины 100 ... 280 м³/га.

Подрост представлен сосной обыкновенной, елью обыкновенной. Основными видами живого напочвенного покрова являются чина Гмелина, осока большехвостая, папоротник орляк, клопогон вонючий, костяника каменная, коротконожка перистая, володушка золотистая, борец высокий и др. В подлеске встречается спирея средняя и кизильник черноплодный.

Результаты и обсуждение

Древостой – основной компонент лесного фитоценоза, в котором концентрируется до 80 ... 90 % всей создаваемой надземной фитомассы. Ведущая роль основного яруса фитоценоза как главного генератора органического вещества обусловлена не только различием жизненных форм древесной и других типов растительности, представленных в насаждении, но и мощным эдифицирующим влиянием древостоя в конкретных лесорастительных условиях. От состояния древостоя в значительной степени зависит состав и структура нижних ярусов – подроста, подлеска и живого напочвенного покрова.

Сложность дигрессивных трансформаций, возникающих в древесном ярусе под действием антропогенных факторов, заключается в продол-

жительном скрытом характере изменений, вследствие большей устойчивости этого компонента фитоценоза по сравнению с другими [1].

Информация о накоплении фитомассы дерева и древостоя в целом содержится в их основных таксационных показателях [14, 17, 18, 20]. Именно в них в первую очередь проявляется фиксируемая из года в год в той или иной мере реакция дерева и всего древостоя на факторы внешней среды.

Основываясь на рекомендациях ряда авторов [4, 7] использовать березу бородавчатую (*Betula pendula* Roth.) в качестве индикатора загрязнений и учитывая преобладание березы в исследуемых насаждениях, мы составили таксационное описание отдельно для этой породы (табл. 1). Исследуемые

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика березового элемента леса

№ пробной площади	Тип леса	Средние		Возраст, лет	Запас, м ³ /га	Полнота	Класс бонитета	Процент ослабленных и усыхающих деревьев
		H, м	D, см					
1	Разнотравно-осочковый	17,8±0,6	16,6±0,9	50	123	0,6	II	58
2	То же	19,5±0,9	17,0± 1,1	55	138	0,6	II	30
3	Осочково-орляковый	18,9±0,8	21,9±0,5	50	212	1,0	II	50
4	Осочково-крупнотравный	19,5±0,8	21,9±0,5	65	233	1,0	II	28
5	Орляково-разнотравный	20,2±0,7	18,3±0,8	65	86	0,4	II	20
6	Разнотравно-злаковый	19,8±1,0	15,1±0,7	55	112	0,5	II	14

Таблица 2

Надземная фитомасса и пылеаккумуляция березы в насаждениях

№ пробной площади	Расстояние от карьера, км	Фитомасса, т/га		Количество аккумулируемой пыли, кг/га	
		кроны	в том числе листьев	кроной	в том числе листьями
Загрязненные насаждения					
1	0,01	13,6	2,1	17,1	4,1
2	1,00	14,4	2,1	41,6	12,0
3	0,00	24,3	3,5	69,1	13,4
4	1,00	29,4	3,5	182,5	38,5
Контроль					
5	0,00	9,9	1,2	10,7	2,7
6	1,00	11,6	1,7	19,2	5,5

березняки имели порослевое происхождение, возраст IV – VI классы, средний диаметр 15,1 ... 21,9 см, средняя высота 17,8 ... 20,2 м, запас стволовой древесины 112 ... 233 м³/га, полнота 0,4 ... 1,0.

За летний период кроны березовых насаждений, произрастающих в районе известнякового карьера, аккумулируют от 1,8 до 2,6 т/га пыли. Полученные нами данные показали, что при таких параметрах пылевой нагрузки таксационные показатели древостоев не ухудшаются.

Однако в зависимости от расстояния до источника загрязнения в древесном ярусе изменяется соотношение числа ослабленных и усыхающих деревьев. Наибольшее количество ослабленных деревьев (до 58 %) наблюдается в насаждениях, непосредственно примыкающих к действующему карьере. Это обусловлено, по-видимому, механическим повреждением их кроны крупными частицами скальных пород при производстве взрывных работ. По мере удаления от карьера уменьшается процент ослабленных и усыхающих деревьев, на расстоянии 1 км – до 28 ... 30.

При всех разновидностях антропогенного воздействия на лесную растительность интегральным показателем ее состояния является способность к накоплению фитомассы. Ее запасы характеризуют как антропоустойчивость насаждений, так и способность выполнения средозащитных, средоулучшающих и других полезных функций [12, 15]. При этом, по мнению В.А. Усольцева [20], большое значение имеют соотношения фракций фитомассы древостоя, от которых зависит реакция дерева на среду обитания в различные периоды жизнедеятельности.

Установлено, что абс. сухая фитомасса кроны березы изменяется в диапазоне 10 ... 29 т/га, в том числе масса листьев 1,2 ... 3,5 т/га (табл. 2). Здесь же представлено количество аккумулируемой пыли, в зависимости от запасов фитомассы указанных фракций. Так, если на контрольном профиле кроны 1 га насаждения, произрастающего в 10 м от выработанного карьера (пробная площадь 5), перехватывает 11 кг пыли, то по мере удаления оно возрастает до 20 кг (проба 6), причем 12 ... 14 % перехватывается листьями. Увеличение перехвата пыли с удалением от карьера может быть объяснено как большим значением массы кроны, так и дальним переносом воздушными массами мелкодисперсной городской пыли.

В насаждениях, произрастающих вблизи работающего известнякового карьера (пробные площади 1 и 2), на кронах деревьев накапливается значительно больше пыли, чем в контроле (табл. 2), что обусловлено производственной деятельностью самого карьера. Известно, что пылегазовое облако при массовом взрыве может достигать высоты 16 км и распространяться по направлению ветра на 10 ... 14 км [19]. Однако, как и в контроле, по мере удаления от источника загрязнения увеличивается накопление пыли кронами древостоев. Вероятно, это объясняется двойственной природой пылевой нагрузки – выпадением мелкодисперсной известняковой пыли с карьера и городской пыли, поскольку в летний период доля ветров северо-восточного направления (из города) составляет 15 ... 20 % [5].

При заполнении карьерной выемки золошлаковыми отходами с Красноярской ТЭЦ-2 происходит интенсивное запыление (69 кг/га) прилегающих насаждений (пробная площадь 3). Это предприятие использует в качестве топлива Канско-Ачинские угли, вещественный состав зол и шлаков

которых представлен силикатами, в частности алюмосиликатами, алюминатами, алюмоферитами и феритами кальция, свободными оксидами кальция и магния, ангидритами, кальцитами; в незначительном количестве (до 2%) в золошлаках присутствуют частицы несгоревшего топлива [13]. Кроме того, в лесной массив поступает известняковая пыль с другого карьера.

Как и в предыдущих вариантах, максимальное количество пыли (182,5 кг/га) выпадает не у источника загрязнения, а на расстоянии 1 км. При транспортировке золошлаков из гидроотвалов к месту складирования они становятся дополнительным источником пыли. Мелкодисперсный состав золошлаков обуславливает большую дальность их переноса воздушными массами. Кроме того, максимальное значение перехвата пыли пологом древостоя на пробной площади 4 также связано с влиянием промышленных выбросов города и карьера.

Результаты исследований показывают, что в настоящее время нет заметного негативного влияния пылевого загрязнения на процесс образования березовым ярусом органической массы.

Одним из объективных показателей интенсивности антропогенного влияния на лесные фитоценозы и их устойчивости может служить естественное возобновление: наличие подроста под пологом, численность, высотно-возрастная структура и состояние. В исследованных насаждениях численность подроста изменяется от 600 до 7000 шт./га. Это в основном крупномерный подрост сосны (20 ... 25 лет); примесь других хвойных пород, преимущественно ели, незначительна.

Естественное возобновление в исследованных типах леса в целом оценивается как неудовлетворительное. Факторами, лимитирующими лесовозобновительный процесс, являются в ряде случаев высокая полнота насаждений, в других – при низкой полноте – хорошо развитый травяной

Таблица 3

Живой напочвенный покров под пологом березняков

№ пробной площади	Расстояние от карьера, км	Проективное покрытие, %	Фитомасса надземной части, т/га	Количество аккумулируемой пыли, кг/га
Загрязненные насаждения				
1	0,01	80	1,72 ± 0,17	9,2
2	1,00	60	1,57 ± 0,20	16,1
3	0,01	90	2,14 ± 0,51	13,9
4	1,00	80	1,59 ± 0,25	5,0
Контроль				
5	0,0	80	1,48 ± 0,16	5,6
	0,01	80	1,48 ± 0,16	5,6
6	1,0	80	1,59 ± 0,28	6,1

покров. Отрицательное влияние пылевого загрязнения отражается, прежде всего, на качественном состоянии хвойного подроста.

Подрост, в зависимости от близости к источнику загрязнения, аккумулирует за летний период от 0,07 до 0,13 т/га пыли. Состояние хвойного подростка достаточно четко коррелирует с местоположением по отношению к источнику загрязнения. Так, если в контроле численность неблагонадежного подростка по градиенту расстояния составляет 12 ... 23, то в загрязненных насаждениях увеличивается до 25 ... 50 %.

Живой напочвенный покров – важный компонент лесного фитоценоза, который при относительно небольшой массе по сравнению с древесным ярусом обеспечивает регулярное поступление в почву, вместе с опадом, значительного количества азота, зольных элементов и органических веществ. В этом отношении травяные типы леса занимают особое положение. Как и другие компоненты лесного фитоценоза, живой напочвенный покров обладает пылеаккумулирующими свойствами. По нашим данным, травяной покров исследуемых березняков с видовым разнообразием от 24 до 36 видов, проективным покрытием 70 ... 90 % и запасами надземной фитомассы 1,50 ... 1,72 т/га в абс. сухом состоянии аккумулирует за летний период в среднем от 5 до 16 кг/га пыли (табл. 3).

Таким образом, проведенные исследования показали, что в целом загрязнение известняковой пылью в настоящее время не влияет негативно на состояние березняков, произрастающих в районе карьера. Таксационные и биометрические характеристики древостоев не зафиксировали их реакции на атмосферное загрязнение. Однако увеличение вдвое доли ослабленных и усыхающих деревьев в загрязняемых насаждениях, неудовлетворительный ход естественного возобновления можно считать показателями некоторого неблагополучия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.А.* Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. – С. 38–53.
2. *Алексеев В.А., Доченжер Л.С.* Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение // Лесоведение. – 1981. – № 5. – С. 64–70.
3. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 510 с.
4. *Арусте К., Реа К.* Поражение древесных пород соединениями серы и фтора в лесах зеленой зоны г. Таллина // Взаимодействие между лесными экосистемами и загрязнителями. – Таллин: АН ЭССР, 1982. – С. 61–62.
5. *Буренина Т.А.* Влияние лесных экосистем на ветровой режим. – Красноярск: ИЛиД СО РАН, 1988. – 131 с.
6. *Виноградов В.Н.* Проблемы охраны природы и рационального использования природных ресурсов // Лесн. хоз-во. – 1984. – № 7. – С. 7.
7. *Зубарева О.Н.* Влияние выбросов промышленных предприятий в Средней Сибири на сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris*): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 1993. – 23 с.
8. *Илькун Г.М.* и др. Поглощение тяжелых металлов древесными растениями / Г.М. Илькун, М.А. Маховская, О.Ф. Шарочка, Н.М. Бойко. – Таллин: АН ЭССР, 1982. – С. 139–141.
9. *Козлова Л.Н.* Влияние атмосферного загрязнения на транспирацию растений // Средоулучшающая роль леса. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 114–116.

10. Кулагин Ю.З. О некоторых закономерностях индустриальной дендрологии // Взаимодействие между лесными экосистемами и загрязнителями. – Таллин, 1982. – С. 31.
11. Матерна Я. Воздействие атмосферного загрязнения на природные экосистемы // Загрязнение воздуха и жизнь растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 436.
12. Молчанов А.А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон. – М.: Наука, 1971. – 275 с.
13. Озерский А.Ю. Техногенез геологической среды в районе золошлакоотвалов КАТЭКа // Экспериментальные основы географического прогнозирования воздействия КАТЭКа на окружающую среду. – Иркутск: ИГ СО РАН, 1984. – С. 34–47.
14. Поздняков Л.К., Протопопов В.В., Горбатенко В.М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. – Красноярск: ИЛИД СО РАН, 1969. – 153 с.
15. Протопопов В.В. Средообразующая роль темнохвойного леса. – Новосибирск: Наука, 1975. – 327 с.
16. Рысин Л.П., Золотова Ф.Н. К методике определения продуктивности надземной части травяного покрова // Сложные боры хвойно-широколиственных лесов и пути ведения хозяйства в лесопарковых условиях Подмосковья. – М.: Наука, 1968. – С. 138–144.
17. Семечкина М.Г. Структура фитомассы сосняков. – Новосибирск: Наука, 1978. – 165 с.
18. Спицына Н.Т. Биологическая продуктивность березовых насаждений Канской лесостепи: Автореф. дис. .. канд. с.-х. наук. – Красноярск: КГТА, 1996. – 21 с.
19. Томаков П.И. и др. Экология и охрана природы при открытых горных работах / П.И. Томаков, В.С. Коваленко, А.М. Михайлов, А.Г. Калашников. – М.: МГИ, 1994. – 417 с.
20. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. – Новосибирск: Наука, 1988. – 253 с.

Сибирский государственный
технологический университет

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

Поступила 06.04.2000 г.

N.T. Spitsyna, O.N. Zubareva, V.D. Perevoznikova

Silviculture Assessment and Dust Accumulating Features of Birch Stands in the Loam Mining Pit Area

The condition diagnostics is provided for the main components of the forest phytocenosis experiencing the dust pollution from the open pit. The quantitative indices are set for the dust interception by the forest layer, undergrowth and ground layer.

УДК 630*221 (47.922)

Л.Т. Долидзе

Долидзе Лаша Тамазович родился в 1965 г., окончил в 1987 г. Грузинский сельскохозяйственный институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории лесоведения, лесоустройства и лесоводства Института горного лесоводства им. В.З. Гулисашвили. Имеет 15 печатных работ.



ВЛИЯНИЕ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НА ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА И ОСНОВНЫЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ В БУКОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

Изучено влияние механизированных лесозаготовительных процессов на возобновление леса и основные физические свойства почв. Изложены результаты комплексного исследования процессов трелевки древесины в разных погодных условиях.

тракторная трелевка хлыстов, деревьев; подрост, всходы; порозность, плотность, водопроницаемость почв.

Повышение темпов внедрения новой техники вызвало коренное изменение технологических процессов лесозаготовок. С появлением многооперационных лесозаготовительных машин увеличилась нагрузка на почву, опасность деградации лесной среды. Воздействия на почву в значительной мере зависят от используемой техники, технологии работ, почвенно-грунтовых условий, времени года и масштабности территории.

При рубках главного пользования лесозаготовительные машины передвигаются по всей лесосеке. По данным [3], повреждается 90 ... 95 % поверхности лесосеки, уничтожается 90 ... 93 % подроста, уплотняется и минерализуется почва на 65 ... 80 % территории лесосек.

Цель наших исследований – изучить влияние механизированной заготовки леса на возобновление и основные водно-физические свойства почв.

Исследования проводились в Восточной Грузии (Кахетии), в буковых древостоях, пройденных промышленно-выборочными рубками и не тронутых рубками (контроль), а также на лесосечных волоках.

Эти леса расположены на высоте 1200 м над у. м. на склонах северной и северо-восточной экспозиции крутизной 20 ... 25°. К буку примешаны граб, ильм, осина. Под буковыми лесами в основном формируются бурые лесные почвы с ясным иллювиальным горизонтом (рыжевато-бурого цвета, очень вязкий) и осветленной верхней частью. Эта почва относится к бурым лесным псевдоподзоленным. В ней почти не выражен гумусовый горизонт, а лессивированный (осветленный) начинается сразу под подстилкой, мощность которой достигает 4 ... 6 см.

На основе экспедиционных и стационарных исследований были изучены последствия рубок с применением общепринятых методик [1, 2, 4, 5].

Возобновительные процессы леса были изучены согласно методическим указаниям [2]. Объект исследования – Ахметский лесхоз, лесничество Илто, урочище Джабури, высота над уровнем моря 1350 м, экспозиция северная, уклон 25°, лесосека выборочной рубки. Пробные площади закладывали как до начала, так и после окончания трелевки.

Данные исследования влияния тракторной трелевки (ТДТ-40М, ТДТ-55, ТТ-4) на возобновительный процесс подроста приведены в табл. 1.

Анализ фактического материала показал, что как в сухую, так и в дождливую погоду при трелевке деревьев с кроной всходы уничтожались на 5,5 ... 7,1, а подрост на 4,2 ... 5,2 % больше, чем при трелевке хлыстами.

Таблица 1

Способ трелевки до лесосеченого волокна	Объем вырубленной и вывезенной древесины, м ³ на 1 га	Количество подроста на 1 га				Количество всходов на 1 га		
		до рубки, экз.	до трелевки, экз.	поврежденного и уничтоженного		до трелевки, экз.	уничтоженных трелевкой	
				экз.	%		экз.	%
Деревьями с кроной при погоде:								
сухой	57	7000	5480	1447	26,4	9200	3171	34,5
дождливой	61	7650	5900	2955	50,1	8400	3113	37,1
Хлыстами при погоде:								
сухой	63	7000	4730	1003	21,2	9200	2521	27,4
дождливой	65	7650	4850	2230	45,9	8400	2657	31,6

Таблица 2

Объект исследования	Число рейсов	Порозность, %			Плотность, г/см ³	Водопроницаемость, мин	Жидкий поверхностный сток*, л/м ²	Коэффициент стока
		общая	капиллярная	некапиллярная				
Древостой (контроль)	–	62,2	50,7	11,5	0,785	3,7	3,5	0,10
Лесосека при трелевке до лесосеченого волока:								
деревьев с кроной при погоде:								
сухой	6	58,5	50,8	7,7	1,112	15,0	13,7	0,42
дождливой	6	58,1	50,8	7,3	1,129	27,9	21,5	0,69
хлыстами при погоде:								
сухой	6	55,7	50,2	5,5	1,240	28,3	19,9	0,66
дождливой	6	49,4	45,5	3,9	1,230	65,6	24,3	0,82
Лесосечный волок при погоде:								
сухой	12	51,9	48,7	3,2	1,349	37,7	24,1	0,81
дождливой	12	47,7	45,3	2,4	1,333	184,3	27,5	0,87
Магистральный волок при дождливой погоде	24	46,8	45,1	1,7	1,561	307,0	29,9	0,94

*Сумма осадков 30 мм, интенсивность 1,5 мм/мин.

Это объясняется тем, что в первом случае при маневрировании тракторов по лесосеке деревья с кронами перетаскиваются по всей площади, что и приводит к гибели большого количества всходов и подроста.

При изучении основных физических свойств почвы главное внимание уделяли определению порозности, водопроницаемости, плотности, а также жидкому поверхностному стоку и коэффициенту стока [1, 6, 7].

Объект исследования – Ахметский лесхоз, лесничество Илто, урочище Дидивелтехи, высота над у. м. 1350 м, экспозиция северная, уклон 25°, буковый древостой полнотой 0,7 (контроль и лесосека рубок главного пользования).

Под влиянием механизированной трелевки ухудшаются водно-физические свойства почв, особенно при дождливой погоде и числе рейсов более 6 (табл. 2). Это наблюдалось на лесосечных волоках. Почти катастрофически изменились свойства почвы на магистральном волоке, где для пропуска столба воды высотой 10 см потребовалось 307 мин, т. е. почва оказалась практически водонепроницаемой.

При прочих равных условиях наиболее отрицательное влияние на свойства почвы отмечалось при трелевке хлыстов. В случае трелевки деревьев с кроной благодаря иному перераспределению их массы по диаметру и длине кроны на поверхности почвы не образуются глубокие канавы и почва сильно не уплотняется. При трелевке хлыстами вся тяжесть ствола ложится на почву и после (6...8) рейсов образуются канавы глубиной 30...40 см, а при дождливой погоде почва сильно уплотняется.

В целях экологической стабилизации и улучшения процесса восстановления горных буковых фитоценозов следует отказаться от применения тракторной трелевки и внедрить воздушно-канатную транспортировку леса или ускорить внедрение лесотранспортных вертолетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Азмаишарашивили Л.С., Харашивили Г.И., Чагелишвили Р.Г.* Методика изучения водоохраных свойств горных лесов. – Тбилиси, 1972. – 66 с.
2. *Гулисашвили В.З.* Общее лесоводство /На груз. яз. – Тбилиси, 1957. – 460 с.
3. *Кайрюкитис Л.А., Шакунас З.К.* Влияние лесозаготовительных процессов на листовенно-еловые насаждения. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1989. – 40 с.
4. *Молчанов А.А.* Гидрологическая роль ползащитных полос и методика ее изучения. – М.: АН СССР, 1962. – 188 с.
5. *Побединский А.В.* Методика изучения лесовосстановительных процессов. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М., 1962. – 36 с.
6. *Современные методы исследования физико-химических свойств почв /* Под ред. И.Н. Антипова-Каратаева. – М.; Л.: АН СССР, 1947. – 251 с.
7. *Чагелишвили Р.Г.* Некоторые изменения в методике Бургера для определения физических свойств почв // Тр. Тбилис. ин-та леса. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – Т. 15. – С. 333–334.

Институт горного лесоводства
им. В.З. Гулисашвили
Поступила 16.01.98

L.T. Dolidze

Influence of Main Felling on Reforestation and Main Water-physical Properties of Soils in Beech Stands of Eastern Georgia

The influence of mechanized forest-harvesting operations and main physical properties of soils on reforestation have been studied. The results of complex investigation of wood skidding processes are provided for different weather conditions.

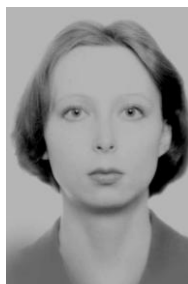
УДК 630*161.3:582.475.2/4:504.3.054

Т.А. Сазонова, Е.Н. Теребова, И.С. Осипова, С.М. Шредерс

Сазонова Татьяна Аркадьевна родилась в 1946 г., окончила в 1968 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и цитологии древесных растений Института леса КарНЦ РАН. Имеет около 40 печатных работ в области экологии и физиологии древесных растений.



Теребова Елена Николаевна родилась в 1976 г., окончила в 1998 г. Петрозаводский государственный университет, аспирант лаборатории физиологии и цитологии древесных растений Института леса КарНЦ РАН. Имеет 1 печатную работу.



Шредерс Светлана Михайловна родилась в 1946 г., окончила в 1968 г. Петрозаводский государственный университет, главный биолог лаборатории физиологии и цитологии древесных растений Института леса КарНЦ РАН. Имеет около 40 печатных работ в области экологии и физиологии древесных растений.



АЗОТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ХВОЕ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Исследовано влияние промышленных выбросов на содержание азотных соединений в хвое деревьев сосны и ели в северотаежной подзоне. Показано, что изменения связаны с увеличением роли экзогенных факторов и снижением роли эндогенных.

поллютанты, сосна, ель, тенденции, азот общий и белковый, регрессии.

Поллютанты вызывают разнонаправленные изменения в азотном обмене растений [2, 7, 12, 13, 17, 19, 20, 22, 23, 27]. Характер реакции зави-

сит от типа и степени воздействия, а также условий произрастания и видового состава растительного сообщества.

Цель настоящей работы – выявить общие закономерности изменения содержания азотных веществ в хвое разного возраста сосны и ели в зависимости от уровня промышленного загрязнения.

Исследование проводили в северной подзоне восточноевропейской тайги, в районе действия комбината «Североникель» (г. Мончегорск). Основными компонентами выбросов являются SO_2 и тяжелые металлы – никель, медь, марганец, цинк. Образцы отбирали на трех пробных площадях (ПП), различных по степени нагрузки: в 10 км от источника загрязнения – зоне разрушения экосистем (ПП 1), в 30 км – зоне начальной стадии деградации экосистем (ПП 2), в 60 км – зоне, являющейся условно фоновой (контроль) (ПП 3). Концентрация SO_2 в воздухе составляла 0,09, 0,04 и 0,011 мг/м³ соответственно [4]. Для оценки жизненного состояния деревьев использовали методики диагностики и классификации загрязненных лесных экосистем [1, 26].

Объектами исследований служили деревья сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. в коренных высоковозрастных (ПП 3) и вторичных (ПП 1, 2) сосняках лишайниковых и ели сибирской *Picea obovata* Lebed в высоковозрастных ельниках кустарничково-зеленомошных.

Содержание общего азота определяли методом Кьельдаля, белкового азота по методике [11, 6]. Небелковый азот находили как разницу между общим и белковым. Данные были обработаны методами корреляционного и регрессионного анализов с помощью пакета Statgraphics Plus 2.1 [23].

Зависимость содержания азотных соединений от возраста хвои при различном уровне воздействия токсикантов. На контрольном участке (ПП 3) содержание азота в хвое достоверно уменьшалось с ее возрастом ($r = - (0,8 \dots 0,9)$). Различия в содержании общего азота между хвоей 1-го и 3-го года у деревьев сосны достигали 11,15, у ели 19,21 %; белкового соответственно 14,15 и 15,03 %; небелкового у ели 34,68 %. Фракция небелкового азота у сосны изменялась более сложно: его содержание в хвое 2-го года уменьшилось на 27,28 % по сравнению с хвоей 1-го и 3-го годов жизни.

В зоне начальной стадии деградации (ПП 2), как и на контрольном участке, с увеличением возраста хвои уменьшалось содержание азотных соединений. Однако корреляционная связь была слабее, чем в контроле ($r = - (0,4 \dots 0,5)$). Более того, эту связь не удалось достоверно описать ни одним из подобранных регрессионных уравнений ($R^2 < 50$ %). В отличие от контрольного участка, на котором росли деревья сосны и ели I категории состояния, зона деградации включала деревья всех категорий от I до IV. Основной «вклад» в ослабление связи вносили деревья IV и частично III категорий состояния.

И наконец, в зоне техногенной «пустоши» (ПП 1), включающей деревья сосны и ели только IV категории состояния, не обнаружена достоверная зависимость содержания азотных соединений от возраста хвои. Среднее содержание общего азота у деревьев сосны и ели составило $1,20 \pm 0,08$ и

1,04 ± 0,07 %; белкового 1,05 ± 0,04 и 0,88 ± 0,14 % соответственно. Содержание небелкового азота было одинаковым у исследуемых видов (0,16 ± 0,04 %).

Зависимость содержания азотных соединений в хвое от категории состояния дерева. С ухудшением состояния дерева содержание азотных соединений уменьшается. Более тесная корреляционная связь наблюдается для деревьев ели. Попытки аппроксимировать исследуемые зависимости регрессионными уравнениями не дали ожидаемого результата ($R^2 < 50$ %). Следовательно, речь может идти лишь о тенденции уменьшения содержания азотных соединений с ухудшением состояния дерева.

Эта зависимость оказалась более сложной при сравнении содержания азотных соединений у деревьев, визуально отнесенных к одной категории состояния, но растущих на разном расстоянии от источника загрязнения. Как следует из табл. 1, содержание общего и белкового азота у деревьев ели и сосны I категории на ПП 3 ниже, чем на ПП 2, т. е. более загрязненной. У деревьев IV категории эти показатели на ПП 2 и 1 также различны, они выше на участке большего воздействия поллютантов. Эти наблюдения свидетельствуют о слабом влиянии категории состояния дерева на

Таблица 1

Порода	Год хвои	Содержание азота, % (в числителе общего, в знаменателе белкового) у деревьев			
		4-й категории на расстоянии, км		1-й категории на расстоянии, км	
		10	30	30	60
Сосна	1	<u>1,23 ± 0,05</u>	<u>0,95 ± 0,02</u>	<u>1,13 ± 0,01</u>	<u>1,00 ± 0,01</u>
		0,99 ± 0,01	0,82 ± 0,02	0,91 ± 0,02	0,78 ± 0,01
	2	<u>1,16 ± 0,00</u>	<u>0,93 ± 0,01</u>	<u>1,01 ± 0,01</u>	<u>0,95 ± 0,01</u>
		1,03 ± 0,00	0,83 ± 0,00	0,84 ± 0,01	0,78 ± 0,00
	3	<u>1,23 ± 0,02</u>	<u>0,83 ± 0,01</u>	<u>0,97 ± 0,00</u>	<u>0,89 ± 0,03</u>
		1,10 ± 0,01	0,69 ± 0,02	0,83 ± 0,00	0,67 ± 0,01
Ель	1	<u>1,12 ± 0,02</u>	<u>0,77 ± 0,01</u>	<u>0,88 ± 0,00</u>	<u>0,81 ± 0,00</u>
		0,99 ± 0,02	0,60 ± 0,01	0,76 ± 0,01	0,61 ± 0,00
	2	<u>0,97 ± 0,01</u>	<u>0,72 ± 0,01</u>	<u>0,88 ± 0,02</u>	<u>0,76 ± 0,00</u>
		0,78 ± 0,04	0,71 ± 0,00	0,72 ± 0,02	0,62 ± 0,00
	3	<u>1,03 ± 0,02</u>	<u>0,61 ± 0,01</u>	<u>0,80 ± 0,00</u>	<u>0,65 ± 0,00</u>
		0,87 ± 0,01	0,52 ± 0,00	0,71 ± 0,00	0,51 ± 0,00

показатели азотного обмена. Содержание азотных соединений в большей степени определяется расстоянием от источника загрязнения.

Таким образом, можно говорить лишь о тенденции уменьшения содержания азотных соединений с ухудшением состояния дерева. При этом категории состояния, определенные визуально и по показателям азотного обмена, не всегда совпадают.

Зависимость содержания азотных соединений в хвое деревьев от расстояния до источника загрязнения. Данные корреляционного анализа продемонстрировали наличие достоверной отрицательной связи между содержанием общего и белкового азота и расстоянием до источника загрязне-

ния (табл. 2). Для небелкового азота определенной тенденции выявить не удалось; его количество в хвое разных лет у деревьев сосны и ели может как понижаться, так и повышаться.

Таблица 2

Порода	Азот	Год хвои	Уравнение регрессии	p	r	R^2 , %
Сосна	Общий	1	$Y = 0,938 + 2,823/X$	0,02	-0,57	32
		2	$Y = 0,895 + 2,623/X$	0,00	-0,80	63
		3	$Y = 0,769 + 4,445/X$	0,00	-0,83	70
	Белковый	1	$Y = 1,015 - 0,004/X$	0,01	-0,63	40
		2	$Y = 0,747 + 2,894/X$	0,00	-0,90	80
		3	$Y = 0,602 + 4,974/X$	0,00	-0,88	77
Ель	Общий	1	$Y = 0,700 + 4,116/X$	0,00	-0,87	75
		2	$Y = 0,692 + 2,762/X$	0,01	-0,71	51
		3	$Y = 0,574 + 4,576/X$	0,00	-0,90	82
	Белковый	1	$Y = 0,517 + 0,748/X$	0,00	-0,85	72
		2	$Y = 0,534 + 3,177/X$	0,00	-0,71	51
		3	$Y = 0,456 + 4,144/X$	0,00	-0,83	69

Примечание. X – расстояние от комбината, км; Y – содержание азота, %.

Эту зависимость описывали регрессионными уравнениями (табл. 2). Как следует из моделей, с удалением от источника загрязнения исследуемые показатели уменьшаются. На расстоянии примерно 50 км для сосны и 65 км для ели кривые выходят на уровень, соответствующий контролю, т. е. влияние поллютантов не обнаруживается.

Обсуждение результатов. Как поглощение азотных веществ, так и весь азотный метаболизм растительного организма регулируются эндогенными системами. О функционировании этих систем у хвойных растений, отличительной особенностью которых является наличие ассимиляционного аппарата в виде хвои разного возраста, можно судить по содержанию в ней метаболитов. Известно, что в процессе старения хвои изменяются ее анатомо-морфологическое строение [3, 24], содержание элементов минерального питания [13], азотных, фосфорных и углеводных соединений [16]. По данным ряда авторов [5, 15, 21], с увеличением возраста хвои содержание азотных соединений уменьшается. Эта закономерность обнаружена нами в условиях контроля (60 км от источника загрязнения) для общего и белкового азота ($r = - (0,8 \dots 0,9)$; $R^2 > 50$ %). В условиях техногенной нагрузки корреляционная связь постепенно уменьшалась. На расстоянии 30 км в зоне начальной стадии деградации ($r = - (0,4 \dots 0,5)$); в зоне полного разрушения экосистем (10 км) эта связь полностью нарушалась. Следовательно, с увеличением техногенной нагрузки происходили постепенные нарушения в функционировании эндогенной системы регуляции, и у деревьев в зоне техногенной пустоши она перестала действовать.

В известной нам литературе немного данных о сравнительной функциональной оценке содержания азотных соединений у деревьев разных ка-

тегорий состояния. Полученные нами результаты свидетельствуют о тенденции снижения общего и белкового, а также незакономерном изменении небелкового азота с ухудшением состояния дерева. Максимальные различия по общему азоту для деревьев сосны и ели составили соответственно 13 и 18, белковому 9 и 27 %. Ответные реакции растений на действие поллютантов существенно различаются. Процессы, непосредственно связанные с факторами внешней среды, например CO_2 -газообмен или транспирация, изменяются значительно больше, чем опосредованные [8 – 10, 18]. При воздействии неблагоприятных факторов одним из основных защитных механизмов, способствующих выживанию растения, служит поддержание возможно более стабильного уровня метаболитов как источников для последующих синтезов и функционирования важнейших метаболических путей.

Как следует из наших результатов, чем ближе комбинат, тем больше количество общего и белкового азота в хвое деревьев сосны и ели. В то же время с усилением интенсивности загрязнения продолжительность жизни хвои уменьшается и в условиях сильного загрязнения составляет 20 ... 30 % от контроля [25]. В условиях техногенной пустоши остается хвоя двух последних лет жизни, причем она опадает не в природные фенологические сроки [14]. Увеличение содержания азотных соединений в хвое с приближением к источнику загрязнения может быть обусловлено оттоком этих соединений из опадающей хвои в более молодую. Однако, по-видимому, их дальнейшее использование в азотном обмене затруднено из-за нарушений в эндогенной регуляции этого процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.А.* Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. – 200 с.
2. *Барактенова Л.А., Брянцева З.Н., Коропачинский И.Ю.* Действие экотоксикологического стресса на метаболизм сосны обыкновенной // Тез. докл. Междунар. симпозиума ИЮФРО (15-19 августа, Абакан). – Красноярск, 1991. – С. 14.
3. *Бузыкин А.И., Пшеничникова Л.С.* Изменчивость морфологических показателей хвои сосны обыкновенной и содержание в ней азота, фосфора и калия // Метаболизм хвойных в связи с периодичностью их роста. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1973. – С. 152-170.
4. *Васильева Н.П.* и др. Мониторинг повреждаемых загрязняющими веществами лесных экосистем России / Н.П. Васильева, М.Л. Гитарский, Р.Т. Карабань, И.М. Назаров // Лесоведение. – 2000. – № 1. – С. 23-31.
5. *Ганюшкина Л.Г.* Пигментный состав и азотный обмен разновозрастной хвои сосны обыкновенной // Пути адаптации растений при интродукции на Севере. – Петрозаводск, 1977. – С. 64-68.
6. *Гирс Г.И.* К методике определения общего и белкового азота в растительных тканях // Исследование обмена веществ древесных растений. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 40-45.
7. *Илькун Г.М.* Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наукова думка, 1978. – 249 с.

8. *Кайбияйнен Л.К.* и др. CO₂ – газообмен in vivo – тест состояния растения при длительном воздействии токсичных поллютантов / Л.К. Кайбияйнен, П. Хари, Г.И. Софронова, В.К. Болондинский // Физиология растений. – 1994. – Т. 41, № 5. – С. 788-793.

9. *Кайбияйнен Л.К.* и др. Влияние длительности воздействия токсичных поллютантов на состояние устьиц и фотосинтез хвои *Pinus sylvestris* L. / Л.К. Кайбияйнен, П. Хари, Г.И. Софронова, В.К. Болондинский // Физиология растений. – 1995. – Т. 42, № 5. – С. 751-757.

10. *Кайбияйнен Л.К., Софронова Г.И., Болондинский В.К.* Влияние токсичных поллютантов на дыхание хвои и побегов сосны обыкновенной // Экология. – 1998. – № 1. – С. 23-37.

11. *Крищенко В.П.* Методика определения аминокислотного состава растительных образцов и разделения белков на фракции буферными растворами // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1978. – № 3. – С. 405-417.

12. *Кузьмина Г.П., Барахтенова Л.А.* Биоиндикация сосновых насаждений в условиях экотоксикологического стресса // Тез. докл. Междунар. симпозиума ИЮФРО (15-19 августа, Абакан). – Красноярск, 1991. – С. 68.

13. *Лукина Н.В., Никонов В.В., Райтио Х.* Химический состав хвои сосны на Кольском полуострове // Лесоведение. – 1994. – № 6. – С. 10-21.

14. *Лукина Н.В., Никонов В.В.* Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты. – Апатиты: КНЦ РАН, 1998. – 316 с.

15. *Новицкая Ю.Е., Чикина П.Ф.* Азотный обмен у сосны на Севере. – Л.: Наука, 1980. – 166 с.

16. *Новицкая Ю.Е.* и др. Физиолого-биохимические основы роста и адаптации сосны на Севере / Ю.Е. Новицкая, П.Ф. Чикина, Г.И. Софронова и др. – Л.: Наука, 1985. – 156 с.

17. *Рожков А.С., Васильев Т.Г.* О физиологическом состоянии сосняков, ослабленных промышленными выбросами на восточном побережье оз. Байкал // Рациональное использование природных ресурсов водоемов и их охрана. – Иркутск: ЛИН СО АН СССР, 1981. – С. 141.

18. *Сазонова Т.А., Болондинский В.К., Кайбияйнен Л.К.* К вопросу о методике экофизиологического мониторинга ценопопуляций ели европейской и сосны обыкновенной // Экологический мониторинг лесных экосистем. – Петрозаводск, 1999. – С. 29.

19. *Сергейчик А.А.* Эколого-физиологические исследования устойчивости сосны обыкновенной в техногенной среде // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепных и степных зонах. – Самара: Самар. ГУ, 1995. – С. 92-97.

20. *Сидорович Е.А., Сергейчик С.А., Сергейчик А.А.* Структурно-функциональная организация ассимиляционного аппарата древесных растений в связи с газоустойчивостью // Докл. АН Беларуси. – 1997. – 41, № 6. – С. 89-91.

21. *Судачкова Н.Е.* Метаболизм хвойных и формирование древесины. – Новосибирск: Наука, 1977. – 230 с.

22. *Судачкова Н.Е.* и др. Биохимические индикаторы стрессового состояния древесных растений / Н.Е. Судачкова, И.В. Шеин, И.Л. Романова и др. – Новосибирск: Наука, 1997. – 176 с.

23. *Тарабрин В.П.* и др. Фитотоксичность органических и неорганических загрязнителей / В.П. Тарабрин, Е.Н. Кондратюк, В.Г. Башкатов и др. – Киев: Наукова думка, 1986. – 216 с.

24. *Эсау К.* Анатомия семенных растений. – М.: Мир, 1980. – Т. 2. – С. 225-560.

25. Ярмишко В.Т. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и ее сообщества в условиях атмосферного загрязнения на Европейском Севере: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – СПб., 1994. – 36 с.

26. Ярмишко В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. – СПб.: Изд-во НИИ химии С.-Петербург. ун-та, 1997. – 210 с.

27. Bercea V., Bathory Dana, Rusu Anoa. Metabolical adaptation to industrial pollution in beech and horbeam leaves. 1. Evolution of dry substances and total proteins // Rev. Roum. Bid. Ser. Bid. veg. – 1993. – 38, № 1. – P. 33-41.

Институт леса Карельского НЦ РАН
Петрозаводский государственный университет

Поступила 23.10.2000 г.

T.A. Sazonova, E.N. Terebova, I.S. Osipova, S.M. Shreders

Nitric Compounds in Needle under Industrial Pollution Conditions

The influence of industrial emissions has been investigated for the content of nitric compounds in pine and spruce needle of the northern-taiga subzone. The changes are shown to be connected with the increase of the role of exogenous factors and reduction of the role of endogenous ones.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.711.83.001.24

В.С. Морозов

Морозов Владимир Станиславович родился в 1955 г., окончил в 1978 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной механики и сопротивления материалов Архангельского государственного технического университета. Имеет более 40 печатных работ в области строительства и эксплуатации зимних лесовозных дорог.



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ ОСНОВАНИЙ ЗИМНИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА БОЛОТАХ

Выполнено обоснование математической модели в виде совокупности расчетных уравнений для определения минимальной толщины слоя мерзлого торфа, обеспечивающей движение транспортных средств заданной грузоподъемности по одно- и двухслойным зимним дорогам.

зимние автомобильные дороги, болота, расчет толщины, математическая модель.

Северные территории России характеризуются суровым климатом, продолжительной и многоснежной зимой с устойчивыми морозами, значительной заболоченностью, слабым развитием транспортных коммуникаций и др. Для освоения этих территорий требуется развитая транспортная сеть, в том числе сезонных зимних автомобильных дорог.

К достоинствам их относятся сравнительно низкая стоимость строительства и эксплуатации, возможность устройства простейших переходов через болота и водотоки, большая пропускная способность, высокая рейсовая нагрузка и др.; к недостаткам – временный и ограниченный срок эксплуатации, зависимость прочностных показателей от погодноклиматических условий в зимний период, быстрое разрушение проезжей части при оттепелях зимой и повышении температуры воздуха весной.

Сдерживающим фактором, определяющим срок эксплуатации сезонных зимних дорог, являются переходы через болота и водотоки, которые промерзают значительно медленнее, чем минеральный грунт.

Поэтому следует уделить больше внимания разработке методов расчета оснований зимних автомобильных дорог на переходах через болота и новых конструкций дорог, обеспечивающих продление срока эксплуатации в осенне-весенний периоды.

Цель настоящей работы – обосновать математическую модель для определения минимальной толщины слоя мерзлого торфа, обеспечивающей

движение транспортных средств заданной грузоподъемности в течение всего осенне-зимне-весеннего сезона при отрицательных температурах.

Для такого расчета используем следующие предпосылки:

при кратковременных нагружениях допустимо рассматривать мерзлый торф как упругое тело и применять методы теории упругости для расчета зимних дорог на прочность;

связь между напряжениями и деформациями является линейной, однако модуль упругости и предел прочности мерзлого торфа зависят от его температуры;

мерзлый торф является разномодульным материалом и имеет различные механические характеристики при растяжении и сжатии;

конструкция зимней дороги на болоте, как правило, многослойная (минимум два слоя), и отдельные слои имеют разные механические характеристики;

дорожную одежду зимних дорог на болотах можно рассматривать как тонкую плиту, лежащую на линейно-деформированном основании из талого торфа, механические свойства которого характеризуются коэффициентом постели C ;

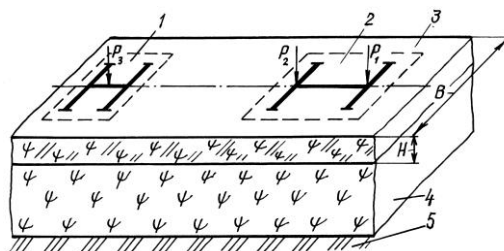
расчет требуемой толщины дорожной одежды зимних дорог на болотах ведут на прочность по допускаемым напряжениям, а проходимость автомобильного транспорта по дорогам оценивают в наиболее неблагоприятных условиях их эксплуатации.

Отметим также, что ввод зимних дорог в эксплуатацию осенью совпадает с наступлением устойчивой морозной погоды. К этому времени поверхность проезжей части имеет тонкий снежный покров (часто уплотненный), и ее температура близка к температуре воздуха, которая в этот период существенно ниже нуля ($-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и менее). Следовательно, мерзлый торф осенью имеет сравнительно высокие механические характеристики, что допускает движение тяжелого автомобильного транспорта при толщине этого слоя 20 ... 35 см (в зависимости от типа болота и нагрузки от транспортного средства).

В весенний период толщина мерзлого торфа значительна (40 ... 50 см и более), однако его температура близка к нулю, т. е. механические свойства невысоки.

В качестве расчетной схемы рассматриваем плиту неограниченной длины, лежащую на линейно-деформируемом основании с коэффициентом постели C (рис. 1). Влияние поперечного изгиба плиты учитываем введени-

Рис. 1. Расчетная схема: 1 – прицеп-ропуск; 2 – автомобиль-тягач; 3 – плита из мерзлого торфа; 4 – талый торф; 5 – минеральное дно болота; P_1, P_2, P_3 – нагрузка на дорогу



ем коэффициента поперечного изгиба α . Поперечное сечение плиты – прямоугольник со сторонами B и H . Внешняя нагрузка представлена сосредоточенными силами P , действующими от колес транспортного средства на поверхность дороги. В общем случае плита состоит из нескольких слоев с различными механическими свойствами.

Методика расчета дана в работе [2]. Схемы поперечного сечения дорожной одежды и эпюры распределения нормальных напряжений приведены на рис. 2 и 3.

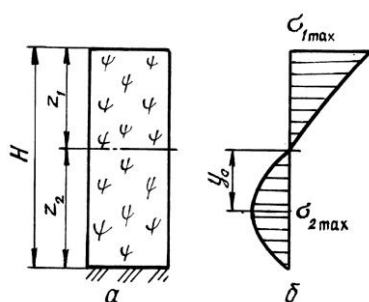


Рис. 2. Однослойная дорожная конструкция: *a* – схема дорожной конструкции; *b* – эпюра нормальных напряжений

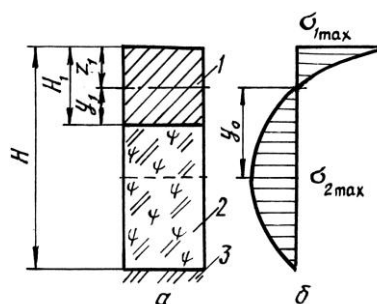


Рис. 3. Двухслойная дорожная конструкция: *a* – схема; *b* – эпюра нормальных напряжений; 1 – верхнее строение; 2 – мерзлый торф; 3 – подстилающий слой

Основные зависимости для расчета толщины однослойной дорожной одежды имеют вид:

определение положения нейтральной плоскости:

$$v = \sqrt{\frac{E_{20}(1-\nu)^3}{E_{10}(3-\nu)}}, \quad (1)$$

где ν – относительное расстояние от поверхности проезжей части до нейтральной плоскости, $\nu = z_1/H$ (z_1 – расстояние от поверхности проезжей части до нейтральной плоскости; H – толщина слоя мерзлого торфа);

E_{10} , E_{20} – модули упругости мерзлого торфа соответственно на сжатие и растяжение;

определение эквивалентного модуля упругости:

$$E_3 = E_{10}\nu^3(4-\nu) + E_{20}(1-\nu)^4; \quad (2)$$

определение максимального растягивающего напряжения:

$$\sigma_{2\max} = \frac{0,3ME_{20}(1-\mu^2)(z_2y_0 + y_0^2)}{BE_3H^4k}. \quad (3)$$

Здесь M – система эквивалентных грузов при определении напряжений, $M = \sum P_i\mu_i$;

μ – коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона);

$$z_2 = H - z_1;$$

y_0 – расстояние от нейтральной плоскости до того сечения, в котором σ_2 принимает максимальные значения, $y_0 = -z_2/2$;

B – ширина проезжей части;

k – коэффициент относительной жесткости основания и плиты,

$$k = 4 \sqrt{\frac{U}{4E_3 J}},$$

где U – модуль упругости основания, $U = \alpha CB$;

J – момент инерции поперечного сечения, $J = BH^3/12$;

условие для определения минимальной толщины дороги:

$$\sigma_{2\max} = [\sigma_2], \quad (4)$$

где $[\sigma_2]$ – предел прочности на растяжение;

максимальный прогиб ω полотна дороги:

$$\omega = k \frac{\sum P_i \eta_i}{2U}, \quad (5)$$

где $\sum P_i \eta_i$ – система эквивалентных грузов при определении прогибов; минимальная толщина слоя мерзлого торфа:

$$H_{\min} = \left[\frac{0,075 E_{20} (1 - \mu^2) (1 - \nu)^2 \sum P_i \eta_i}{B [\sigma_2] (0,3 C \alpha E_3^3)^{0,25}} \right]^{0,8}. \quad (6)$$

В уравнении (6) линейные величины имеют размерности: длина – см; сила – Н, модуль упругости и напряжение – МПа. Множители 0,075 и 0,3 служат для согласования размерностей.

К двухслойным относят дорожные конструкции, которые состоят из слоя мерзлого торфа и лежащего на нем верхнего слоя (снеголед, минеральный грунт, колесопроводы и т. д.). Расчетные зависимости для такой дорожной конструкции (рис. 3) имеют вид:

нейтральная плоскость проходит по верхнему слою:

$$E_3 = \{B_1 E_0 [v^3 (4 - \nu) - (\nu - \nu_1)^3 (4 - \nu - 3\nu_1)] - B_2 E_{20} [(1 - \nu)^4 - (\nu_1 - \nu)^3 (4 - \nu - 3\nu_1)]\} / B; \quad (7)$$

нейтральная плоскость проходит по нижнему слою:

$$E_3 = \{B_1 E_0 [v^3 (4 - \nu) - (\nu - \nu_1)^3 (4 - \nu - 3\nu_1)] + B_2 E_{10} [(\nu - \nu_1)^3 (4 - \nu - 3\nu_1)] + B_2 E_{20} (1 - \nu)^4\} / B; \quad (8)$$

нейтральная плоскость проходит по границе между слоями:

$$E_3 = [B_1 E_0 v^3 (4 - \nu) + B_2 E_{20} (1 - \nu)^4] / B, \quad (9)$$

где $\nu = z_1/H$; $\nu_1 = H_1/H$;

H_1, B_1 – соответственно толщина и ширина верхнего слоя;

H – толщина дорожной одежды;

B_2 – ширина нижнего слоя;

E_0 – модуль упругости материала верхнего слоя;

B – эквивалентная ширина дорожной одежды.

Нормальные напряжения и прогибы дорожной одежды находят по формулам (3) – (5). Если верхний слой представляет собой минеральный грунт или снеглед, то можно принять $B_1 = B_2 = B$. Для определения максимума нормальных растягивающих напряжений (значение σ_2) следует определить y_0 – расстояние от нейтральной плоскости до точек максимума:

$$y_0 = -\frac{H - z_1}{2}. \quad (10)$$

Обозначим расстояние от нейтральной плоскости до нижней грани верхнего слоя $y_1 = z_1 - H$. Если $|y_0| > |y_1|$, то нейтральная плоскость проходит по нижнему слою, т. е. по мерзлому торфу и $\sigma_{2\max} = [\sigma_2]$. Если $|y_0| < |y_1|$, то эта плоскость проходит по верхнему слою и $\sigma_{2\max} = [\sigma_r]$ – пределу прочности мерзлого минерального грунта.

Для обеспечения прочности дорожных одежд при их минимальной толщине максимум нормальных растягивающих напряжений должен находиться в слое мерзлого торфа, т. е.

$$H_1 \leq \frac{H + z_1}{2}. \quad (11)$$

Чрезмерное увеличение высоты насыпи для обеспечения проходимости транспорта по зимним дорогам на болотах при температурах, близких к нулю, нецелесообразно.

Расчет на прочность конструкций зимних дорожных одежд на болотах многовариантен. Его результаты существенно зависят от таких факторов, как тип болота, тип грунта насыпи, температура воздуха, механические свойства материалов слоев, ширина дороги и т. п.

Приведенные формулы для расчета одно- и двухслойных зимних дорог на болотах позволили выполнить расчет минимальной толщины слоя мерзлого торфа, безопасной для пропуска транспортных средств заданной грузоподъемности [2] при различных типах болот и температуре. Для однослойных дорог некоторые результаты расчета в сравнении с экспериментальными данными приведены в табл. 1. Как видим, экспериментальные и расчетные значения хорошо сходятся при достаточно большой ширине проезжей части зимних дорог на болотах.

Результаты расчета показывают, что расчетная глубина промерзания H_p однослойных зимних дорог на болотах зависит от четырех факторов: нагрузки P , коэффициента постели C , ширины дороги B и температуры Θ . Это позволяет записать с помощью метода множественной регрессии обобщенное уравнение для определения расчетной толщины слоя мерзлого торфа H_p :

$$H_p = \gamma [5,875 + 0,04518P + 1,1190C + 0,1690\Theta + \frac{1}{B} (6040,798 + 46,7716P + 1084,31C + 139,506\Theta)], \quad (12)$$

где γ – поправочный коэффициент, зависящий от типа болота (для болота I типа $\gamma = 1$; II типа $\gamma = 1,2$; III типа $\gamma = 1,4$).

Таблица 1

Тип нагрузки	Тип болота	P, кН	Значения H_{\min} , см				
			экспериментальные [1]	расчетные при B, см			
				300	500	700	900
Гусеничные машины массой до 20 т, автомобили с нагрузкой на колесо до 45 кН	I	90	$\frac{7}{12}$	23	17	13	11
	II	90	$\frac{8}{15}$	28	18	15	13
Гусеничные машины массой до 45 т, автомобили с нагрузкой на колесо до 75 кН	I	140	$\frac{8}{15}$	31	22	17	14
	II	140	$\frac{15}{20}$	38	25	21	18

Примечания. 1. Экспериментальные значения получены для температуры мерзлого торфа $\theta = -(1...10)^\circ\text{C}$.

2. Для экспериментальных данных в числителе приведена толщина слоя мерзлого торфа, при которой от заданной нагрузки были проломы, в знаменателе – проломов не было.

3. Экспериментальные значения H_{\min} следует рассматривать как ориентировочные. Для практических условий их следует увеличить на 20...30 %.

4. Расчетные значения приведены для четырех значений ширины дорожной одежды. Они совпадают с экспериментальными при ширине дороги 700...900 см.

Его можно использовать для вычисления H_p в различных производственных условиях.

Для повышения несущей способности зимних дорог на болотах применяют обычно двух-, трех- и в общем случае многослойные дорожные одежды.

К двухслойным (рис. 3) относят такие дороги, у которых нижним слоем является мерзлый торф, а верхним – слой из минерального грунта (насыпь), льда или снегольда, продольный (или поперечный) деревянный настил. В отдельных случаях (при соответствующем технико-экономическом обосновании) в качестве верхнего слоя допустимо использовать железобетонные плиты.

Двухслойная дорожная одежда первого типа (мерзлый торф + минеральный грунт или мерзлый торф + лед, снеголед) одинаково хорошо сопротивляется изгибу как вдоль, так и поперек дороги.

Рекомендуемые значения толщины верхнего слоя двухслойных зимних автомобильных дорог на болотах для отдельных случаев приведены в табл. 2.

Оптимальная толщина верхнего слоя из минерального грунта составляет 25 ... 35 см. Если расчетные значения толщин меньше оптимальных, то следует рассмотреть вопрос об отказе от укладки верхнего слоя на мерзлый торф; если больше – надо рассмотреть вопрос о применении трехслойной дорожной одежды.

Таблица 2

Тип болота	Температура, °С	Значения H_{\min} в зависимости от типа верхнего слоя и B , см							
		Насыпь из влажного песка				Насыпь из супеси			
		300	500	700	900	300	500	700	900
I	-1	27,5	22,5	20,0	17,5	35,0	30,0	25,0	20,0
	-5	25,0	17,5	17,5	7,5	25,0	20,0	17,5	15,0
	-10	15,0	12,5	10,0	7,5	20,0	17,5	15,0	12,5
II	-1	27,5	22,5	20,0	17,5	35,0	30,0	25,0	20,0
	-5	25,0	20,0	17,5	15,0	25,0	20,0	17,5	15,0
	-10	20,0	15,0	10,0	10,0	20,0	17,5	15,0	12,5
III	-1	40,0	30,0	27,5	22,5	40,0	35,0	30,0	15,0
	-5	30,0	25,0	20,0	20,0	30,0	22,5	20,0	20,0
	-10	25,0	20,0	17,5	15,0	27,5	20,0	17,5	17,5

Укладка верхнего слоя расчетной толщины позволяет эксплуатировать дорогу при наступлении устойчивой морозной погоды, не дожидаясь образования слоя мерзлого торфа достаточной величины. Это способствует продлению срока действия зимних дорог, что экономически оправдано.

Таким образом, применение двухслойных зимних дорог на болотах экономически целесообразно, так как позволяет эксплуатировать большегрузные транспортные средства без опасности разрушения дорожной одежды ранней осенью, при оттепелях зимой и ранней весной.

Рассмотренные математические модели и результаты расчетов, выполненные для одно- и двухслойных зимних дорог на болотах, хорошо согласуются с опытными данными. Кроме того, в работе впервые получены расчетные зависимости и рассмотрены результаты расчетов H_{\min} в зависимости от нагрузки на дорогу, типа болота (коэффициент постели), ширины дороги и температуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вялов С.С. и др. Строительство промышленных сооружений на мерзлом торфе / С. С. Вялов, Г. Л. Каган, А. Н. Воевода, В. И. Муравленко. – М.: Недра, 1980. – 144 с.

2. Морозов В.С. Рекомендации по применению сезонных зимних лесовозных дорог на болотах: Справочное пособие. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. – 124 с.

Архангельский государственный
технический университет
Поступила 26.04.2000 г.

V.S. Morozov

Mathematical Model for Calculating Base Thickness of Winter Highways on Swamps

The substantiation of the mathematical model is carried out in the form of a set of calculated equations for determining the minimum thickness of the frozen peat layer, ensuring the motion of transportation means of the assigned load capacity along the single-layer and two-layer winter roads.

УДК 629.114.4.001.2

Н. Н. Буторин

Буторин Николай Николаевич родился в 1923 г., окончил в 1951 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры промышленного транспорта Архангельского государственного технического университета. Имеет около 40 печатных работ.



СРЕДНЯЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ И РАСХОД ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЬНОГО ПОЕЗДА

Исследована зависимость средней технической скорости движения и расхода топлива лесовозных автомобилей от характера конкретного продольного профиля дороги.

лесовозный автопоезд, скорость движения, расход топлива.

На производительность автотранспорта на вывозке леса существенно влияет скорость движения, которая согласно работе [1] зависит от типа дорожного покрытия, работе [2] – от наибольшего подъема в грузовом направлении.

По нашему мнению, неправильно определять скорость движения в зависимости от максимального подъема, так как его протяженность, как правило, составляет небольшую часть длины дороги и обычно различна на разных дорогах. При этом не принимается во внимание характер остальной части продольного профиля.

Степень неровности продольного профиля дороги оценивают дисперсией продольных уклонов, а общий подъем на всем протяжении участка дороги – средним арифметическим уклоном.

В представленной работе исследована связь средней технической скорости движения с максимальным подъемом в грузовом направлении, средним арифметическим значением продольных уклонов и их дисперсией.

Были рассмотрены 67 участков продольных профилей из разных проектов лесовозных дорог протяженностью от 4 до 11 км. Проектную линию этих профилей определяли по программе SplSec. Уклоны продольного профиля вычисляли по каждому пикету. Статистическую обработку продольных уклонов производили по программе Ukl. По этим программам вычисляли наибольший подъем в грузовом направлении, среднее арифметическое значение продольных уклонов и их дисперсию.

По программе SplAvto находили время движения автомобиля МАЗ-509А с полуприцепом ГKB-9363-011 по заданному участку профиля и среднюю техническую скорость при движении как в грузовом, так и в порожняковом направлении.

Зависимость средней технической скорости движения от наибольшего подъема в грузовом направлении, среднего продольного уклона и дисперсии исследовали методом множественной линейной регрессии по [4]. Была составлена соответствующая программа MnCor, с помощью которой получено уравнение

$$v = 14,3 + 0,00113m - 0,04 \bar{x} - 0,00414\sigma,$$

где v – средняя техническая скорость, м/с;

\bar{x} – среднее арифметическое значение продольных уклонов на профиле, ‰;

m – максимальный подъем в грузовом направлении, ‰;

σ – дисперсия уклонов,

$$\sigma = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2 \right),$$

где n – число пикетов на расчетном продольном профиле дороги;

x_i – продольные уклоны, вычисляемые по пикетам.

Коэффициент множественной корреляции равен 0,980. Коэффициенты частной корреляции: для среднего арифметического 0,453, для максимального продольного подъема 0,0525, для дисперсии уклонов 0,948. Обусловленность нормальной системы уравнений при вычислении множественной корреляции была равна 7788.

На рис. 1 приведены графики исследованных зависимостей $v(\sigma)$, $v(\bar{x})$ и $v(m)$ для гравийного покрытия дороги без учета смежных фак-

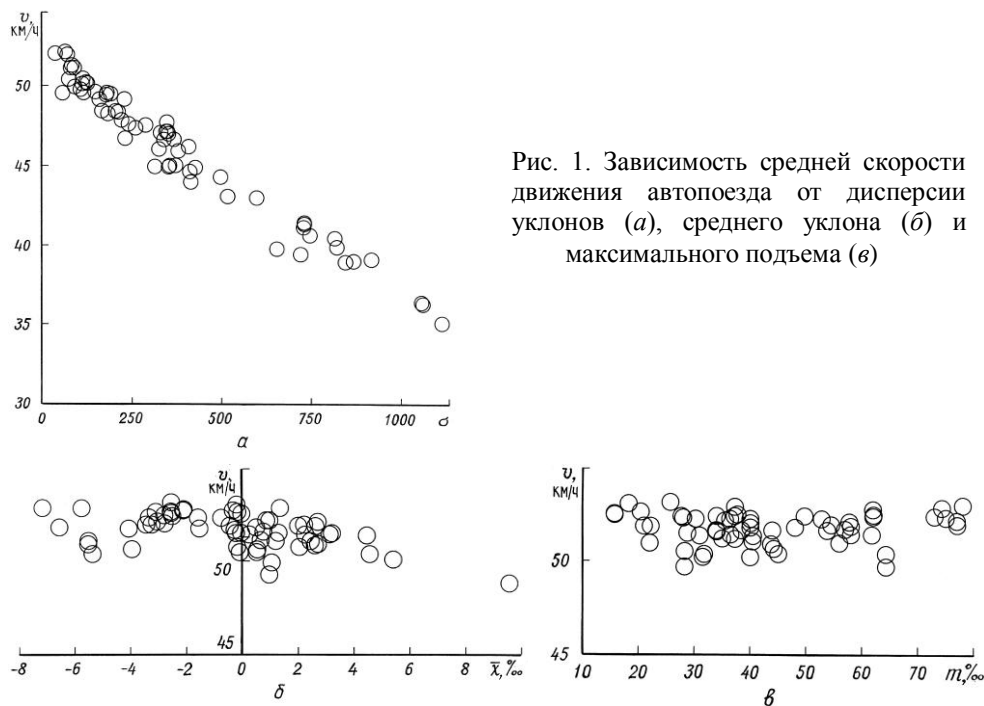


Рис. 1. Зависимость средней скорости движения автопоезда от дисперсии уклонов (а), среднего уклона (б) и максимального подъема (в)

торов [4]. Из графиков видно, что основой для определения средней технической скорости движения лесовозных автопоездов должна быть дисперсия уклонов продольного профиля дороги. Максимальный и средний арифметический уклоны практически не влияют на среднюю техническую скорость автолесовоза.

Расчеты были выполнены для различных вариантов дорожных покрытий. Согласно [3] удельные сопротивления движению автомобиля для асфальтобетонного (индекс 1), щебеночного (2), гравийного (3) и грунтового (4) покрытий находили по формулам:

$$w_1 = 68,7 + 6,62 v; \quad w_2 = 221 + 11,1 v;$$

$$w_3 = 120 + 5,88 v; \quad w_4 = 210 + 0,4 v^2.$$

Для этих же видов покрытий найдены зависимости средней технической скорости (км/ч) от дисперсии уклонов:

$$v_1 = 52,85 - 0,01344\sigma; \quad v_2 = 41,34 - 0,0008468\sigma;$$

$$v_3 = 51,07 - 0,01299\sigma; \quad v_4 = 40,67 - 0,01125\sigma.$$

Программа SplAvto позволяет также определить расход топлива (g , кг/км). Нами получено следующее уравнение линейной множественной регрессии для расхода топлива, рассчитанного как в грузовом, так и в порожняковом направлении:

$$g = 0,269 - 0,000311m + 0,009 \bar{x} + 0,000125\sigma.$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,95. Коэффициенты частной корреляции: для среднего арифметического 0,915, для максимального продольного подъема 0,275, для дисперсии уклонов 0,873. Обу-

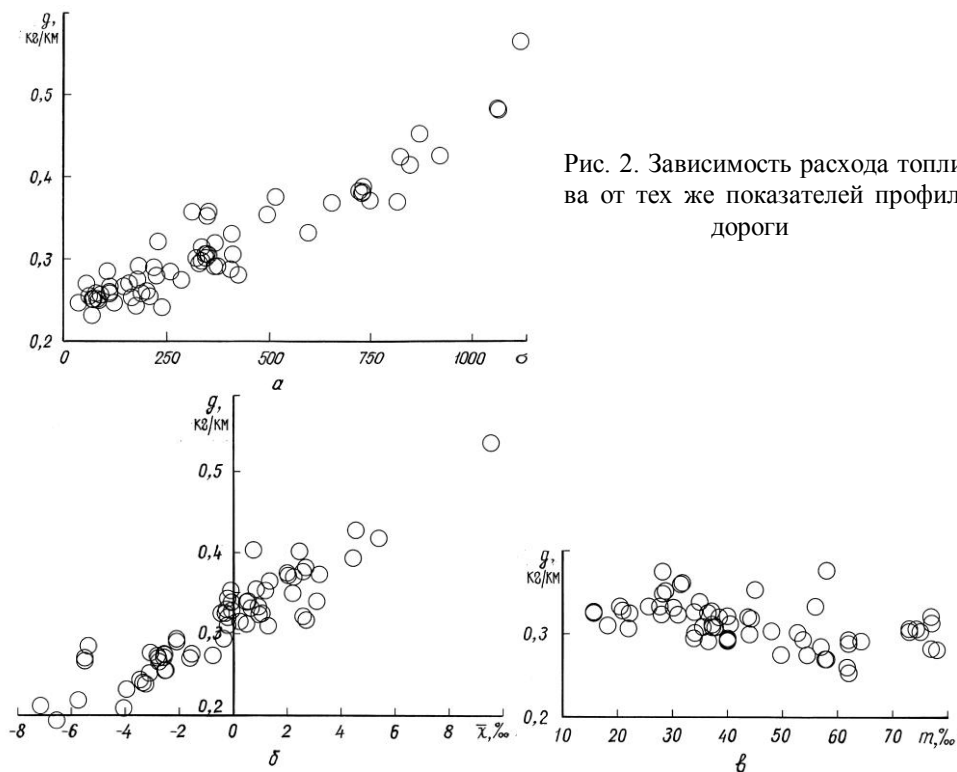


Рис. 2. Зависимость расхода топлива от тех же показателей профиля дороги

словленность нормальной системы уравнений при вычислении множественной корреляции равна 8138.

Графики зависимостей $g(\sigma)$, $g(\bar{x})$ и $g(m)$ приведены на рис. 2. Как видно из графиков, расход топлива зависит от дисперсии уклонов и среднего арифметического уклона; от максимального уклона он практически не зависит.

Формулы для расчета расхода топлива (кг/км) в зависимости от среднего уклона и дисперсии уклонов для разных покрытий имеют вид:

$$g_1 = 0,224 + 0,00773 \bar{x} + 0,000122\sigma;$$

$$g_2 = 0,435 + 0,00992 \bar{x} + 0,0000\sigma;$$

$$g_3 = 0,264 + 0,00874 \bar{x} + 0,000103\sigma;$$

$$g_4 = 0,353 + 0,00984 \bar{x} + 0,0000603\sigma.$$

Программы SplSec, Ukl, MnCor и SplAvto хранятся на кафедре промышленного транспорта АГТУ.

Результаты исследования убеждают, что скорости движения и расход топлива автолесовозов существенно зависят от характера продольного профиля дороги. Полученные данные можно использовать при разработке норм производительности и расхода топлива при вывозке леса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые нормы выработки и расценки на лесозаготовительные работы. Утв. Госкомитетом СССР по труду и социальным вопросам и секретариатом ВЦСПС. Постановление 346/20–23 от 24 нояб. 1980 г. – М., 1982. – 76 с.
2. Единые нормы выработки и расценки на лесозаготовительные работы. – М.: Экономика, 1989. – 84 с.
3. Крагельский И. В., Виноградова И. Э. Коэффициенты трения. – М.: Машгиз, 1962. – 220 с.
4. Езекиэл М., Фокс К.А. Методы анализа корреляций и регрессий. – М.: Статистика, 1966. – 558 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 09.11.2000 г.

N.N. Butorin

Average Technical Speed and Fuel Consumption of the Train-type Vehicle

The dependence of the average technical travelling speed and fuel consumption for the log trucks on specific longitudinal road section is analyzed.

УДК 630*383.6:625.711.84

Т. В. Челышева

Челышева Татьяна Валерьевна родилась в 1974 г., окончила в 1996 г. Архангельский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры промышленного транспорта АГТУ. Имеет 7 печатных работ в области исследования процесса пылеобразования на гравийных (щебеночных) дорогах.



ПРИМЕНЕНИЕ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ И ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Представлен аналитический обзор применения лигносульфонатов в дорожном строительстве как в чистом виде, так и в композиции с другими веществами.

лигносульфонаты, обеспыливание, вымываемость, укрепление.

Основным способом борьбы с пылеобразованием на дорогах с переходными и низшими типами дорожных одежд является обработка их обеспыливающими материалами. Широкие изыскания эффективных методов обеспыливания в нашей стране были начаты в 30-е гг. в связи с развитием отечественной автомобильной промышленности и большим размахом строительства дорог.

В 1950–1980 гг. советскими исследователями был выполнен ряд теоретических и опытно-производственных работ по определению эффективности обеспыливающего действия гигроскопических веществ [8, 13, 14], сульфитно-целлюлозных щелоков [1, 2, 11, 20], органических вяжущих [9, 15] и других материалов [10, 11].

В настоящее время для борьбы с пылью на автомобильных лесовозных дорогах все большее распространение находят лигносульфонаты технические (ЛСТ), представляющие собой кальциевые, натриевые, аммониевые или кальциево-натриевые соли лигносульфоновых кислот. ЛСТ – побочные продукты лесохимической промышленности при производстве целлюлозы сульфитным способом: сульфитный щелок (СЩ), сульфитно-спиртовая барда (ССБ) и сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ). Перспективность их применения в дорожной отрасли определяется дефицитом традиционных вяжущих (цемент, битум и т. д.), расширением сырьевой базы для получения новых продуктов на основе ЛСТ, необходимостью обеспечения охраны окружающей среды.

ЛСТ выпускают в соответствии с ОСТ 13-183–83, которым предусмотрено их применение, главным образом в качестве связующего в ряде

отраслей промышленности, в том числе как обеспыливающего материала для обработки покрытий автомобильных дорог. Они являются поверхностно-активными веществами, обладают клеящими и вяжущими свойствами, благодаря чему их применимость для обеспыливания дорог известна давно и закреплена в действующих инструкциях и рекомендациях.

Первые опыты по применению сульфитного щелока в Ленинградской области были проведены в 1930 г. [9]. Для опытных работ использовался щелок, нейтрализованный добавкой извести в количестве 0,6 % от массы щелока. Было отмечено, что при солнечной погоде клеящая способность щелока, разлитого при норме 2 л/м², проявляется через 2-3 ч. Спустя 6-7 ч формируется пластичная корка, которая на вторые сутки приобретает высокую прочность.

В 1936 г. были выполнены опытные работы по обработке нейтрализованным щелоком гравийного покрытия на дороге Таллин – Вильянди [3]. Щелок разливали за четыре приема при общей норме расхода от 3,43 до 8,4 л/м² (до полного насыщения покрытия). Отмечено, что обработанная поверхность покрытия делается твердой и блестящей. Сульфитный щелок во время дождей растворяется водой, но позднее, по мере просыхания дороги, проезжая часть вновь затвердевает.

Первые же работы с СЩ и СДБ показали, что основным недостатком лигносульфонатов как обеспыливающих материалов является их легкая растворимость в воде, вследствие чего они относительно быстро вымываются из покрытия. Это свойство ЛСТ не позволяет рассматривать их в качестве материалов для укрепления грунтов и обеспыливания покрытий в чистом виде (возможно только в комплексе с другими материалами). В связи с этим были проведены многочисленные исследования, направленные на повышение водостойкости концентратов лигносульфонатов.

Для обеспечения водостойчивости исследовали различные окислители: натриевый хромпик, хлорную известь, перекись водорода, хромитовые шлаки, надсерноокислый аммоний, двуокись свинца, полимеры и смолы. Наилучшие результаты были получены при использовании натриевого хромпика и хромитовых шлаков [5, 11].

В 1967 г. был предложен способ, основанный на свойстве высокомолекулярных фракций лигносульфонатов коагулировать в минеральных кислотах [11]. Так, вводя в лигносульфонат натрия серную кислоту плотностью 1,3, можно получить около 40 % лигносульфонатного комплекса. Но серная кислота – агрессивный, токсичный и высококоррозионный реагент, поэтому ее применение для обеспыливания автомобильных дорог малоперспективно.

Во многих странах идут настойчивые поиски эффективных методов придания водостойчивости материалам, обработанным СДБ и СЩ. Еще в 1910 г. был запатентован способ обработки лигносульфонатов кальция соединениями шестивалентного хрома [11].

В настоящее время за рубежом известно довольно много различных предложений перевода ЛСТ в водонерастворимое состояние.

По американскому способу сульфитный щелок обрабатывают известковым молоком в таком количестве, чтобы рН среды превысила 11,5. Однако образующийся при этом водоустойчивый продукт при высыхании превращается в мелкозернистый порошок, не обладающий вяжущими свойствами [11]. Естественно, что этот способ нельзя рекомендовать для поверхностных обработок покрытия в целях обеспыливания.

Значительные работы были проведены в Канаде, где дороги на протяжении нескольких сот миль обрабатывали сульфитно-целлюлозным щелком. Действие щелока сохранялось в течение шести недель. Для повышения эффективности СЩ дополнительно использовали известь, хлористый кальций и смолы [6].

В Германии для устранения водорастворимости лигносульфонатов их концентрированные растворы обрабатывали соединениями хрома [21]. Хотя использование хромового ангидрида и упрощает работу, однако это сложный технологический процесс.

Все указанные добавки не нашли широкого распространения из-за их существенных недостатков. Поэтому необходимо продолжить поиск новых, более рациональных способов перевода ЛСТ в водонерастворимое состояние для придания грунтам водостойкости и достаточной механической прочности.

Исследования, проведенные в институте ЦБНТИ Минавтодора, позволили рекомендовать ряд эмульсий на основе концентратов лигносульфонатов с повышенной водостойкостью. Они содержат ССБ, низкомолекулярные полимеры дивинила, кремнийорганическую жидкость 139-41, битум СГ-15/25, СГ-25/40 или МГ-25/40 и воду [16].

Повышать водостойкость лигносульфонатов можно добавлением универсина. Установлено [16], что оптимальное количество универсина составляет 10 ... 30 % к 50 %-му раствору СДБ.

Лигносульфонаты при низкой влажности и высокой температуре воздуха образуют на покрытии плотную и хрупкую пленку, которая под воздействием динамической нагрузки быстро растрескивается и превращается в пыль. Поэтому были сделаны попытки соединить гигроскопические свойства хлористых солей и клеящие свойства лигносульфонатов. В ходе исследований установлено, что при добавлении 5 ... 10 % хлористого кальция водостойкость ЛСТ повышается в 3-4 раза без снижения механической прочности.

Пермским филиалом Всесоюзного НИИ целлюлозно-бумажной промышленности была разработана композиция, состоящая из технических лигносульфонатов натрия, жидкого стекла, кремнефтористого натрия и воды [7]. Полученное водостойкое связующее представляет собой густую сиропообразную жидкость, которая легко дозируется, растворяется в воде и образует равномерное покрытие на поверхности дороги. Была получена также композиция для дорожного покрытия, содержащая СДБ, фосфогипс, аммиачную воду [7].

В Росдорнии увеличения водостойкости связующих достигали введением в ЛСТ продуктов-модификаторов, большинство из которых являются вторичными ресурсами [18].

Лучшие физико-механические показатели образцов были получены при использовании композиций на основе ЛСТ в сочетании с КФМС (карбамидно-формальдегидной смолой) и талловым пеком с добавлением силиката натрия или фосфогипса (ЛСТП). С вяжущим на основе ЛСТ и КФМС (ЛСТКФ) были получены образцы, соответствующие требованиям по прочности при полном водонасыщении и морозостойкости. Все другие модификации обеспечивают эти требования только при капиллярном водонасыщении образцов.

Для повышения водостойкости лигносульфонатов Гипродорнии и Пермский филиал ВНПОбумпрома предложили новый состав под названием лигнодор [4, 17], состоящий из солей лигносульфоновых кислот, модифицированных хлористым кальцием и нейтрализованных аммиачной водой. Экспериментальные работы в лабораторных и полевых условиях подтвердили эффективность применения этого вещества для улучшения гравийных покрытий.

На основании лабораторных исследований было установлено, что растворимость лигнодора в два раза меньше, а прочность почти в 2 раза больше по сравнению с ЛСТ. Гравийные покрытия, обработанные этим составом, изнашивались на 1 ... 6 % меньше, чем аналогичные покрытия, обработанные СДБ, и в 6-7 раз меньше, чем необработанные. Применение лигнодора позволяет предотвращать пылеобразование на дороге в течение 45 дн., а также сохранять первоначальную ровность проезжей части.

Перспективные решения по эффективному использованию ЛСТ для обеспыливания автодорог найдены в Ленинградской лесотехнической академии [12 и др.]. Они заключаются в применении ЛСТ совместно с другими веществами, являющимися также отходами и побочными продуктами промышленности. Полученные композиции обладают высокой влагоудерживающей способностью. В их состав кроме ЛСТ входит или растворимая древесная смола – побочный продукт производства древесного угля и отстойной древесной смолы, или нефтешлам – отход переработки нефти; третий компонент композиций – вода. Разработана также не менее эффективная, обеспыливающая композиция, состоящая из таллового пека и легкого таллового масла – побочных продуктов ректификации таллового масла на ЦБК.

С 1983 г. ЛСТ применяют для обеспыливания автомобильных лесовозных дорог на ряде лесозаготовительных предприятий объединения Архангельсклеспром.

Разработанные методы перевода лигносульфонатов в водонерастворимые вещества требуют применения дефицитных и дорогостоящих реагентов, что значительно усложняет укрепление и обеспыливание покрытий лесовозных автомобильных дорог и ведет к повышению их стоимости. Поэтому

фицитных материалов, которые можно эффективно использовать для борьбы с пылеобразованием. В технологическом отношении обеспыливающие реагенты должны удовлетворять следующим требованиям: достаточно хорошо смачивать как сухой, так и влажный грунт; противостоять вымыванию выпадающими осадками; обладать высокой пылеемкостью и хорошей проникающей способностью; длительное время сохранять в материале покрытия влажность, близкую к оптимальной; иметь низкую коррозионную активность по отношению к металлическим частям транспортных средств.

На кафедре промышленного транспорта АГТУ в течение трех лет выполнялись эксперименты, направленные на поиск таких обеспыливающих реагентов и их композиций, которые в наилучшей степени соответствовали бы сформулированным выше эксплуатационным, экономическим и технологическим требованиям.

Результаты проделанной работы позволили прийти к выводу, что наиболее полно указанным требованиям будет отвечать при комплексном воздействии на материал покрытия лесовозных автомобильных дорог композиция, состоящая из СДБ с добавлением известнякового порошка (ИП) [19]. В этом случае СДБ, являясь гидрофильным реагентом, обеспечивает хорошее смачивание как сухих, так и влажных минеральных материалов, насыщая при этом их поверхности ионами кальция. При добавлении известнякового порошка СДБ адсорбируется на кристаллических зародышах гидрата окиси кальция, препятствуя их росту и замедляя дальнейшее растворение в воде и гидратацию окиси кальция. Следовательно, известняковый порошок способствует снижению вымываемости композиции из покрытия и обеспечивает более длительный обеспыливающий эффект.

Предложенный обеспыливающий реагент в 1,5-2,0 раза меньше вымывается из грунта, чем СДБ.

Оба указанных компонента доступны для лесозаготовительных предприятий районов не только нашей области, но и всей страны в связи с наличием на их территории ряда целлюлозно-бумажных предприятий и цементных заводов.

Сульфитно-дрожжевая бражка является жидким реагентом, поэтому для ее транспортировки пригодны те же емкости и транспортные средства, которые применяются при перевозке горюче-смазочных и других материалов. Для транспортировки известнякового порошка можно использовать различные емкости и механизмы, предназначенные для хранения и транспортировки сыпучих материалов.

Для распределения СДБ по поверхности дорог пригодны автогидропульты, поливо-моечные машины, а также различные цистерны, оборудованные специальными устройствами. Для распространения ИП возможно применение пескоразбрасывателя или сельскохозяйственной техники, предназначенной для россыпи удобрений.

Таким образом, с точки зрения технологии производства работ, как и транспортировки, применение СДБ и ИП не вызывает дополнительных трудностей, поэтому предложенный реагент можно широко использовать

для укрепления (обеспыливания) дорожных покрытий автомобильных лесовозных дорог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 377463 СССР, МКИ¹ Е 01 С 3/04. Обеспыливающая эмульсия для обработки поверхности автомобильных дорог / Науч.-исслед. и проектно-конструк. ин-т по добыче полезных ископаемых открытым способом; Авт. изобрет.: В. С. Ивашкин, М. А. Токмаков, А. С. Зуев, Г. Н. Мышлянова (СССР). – № 1368747/29-14; Заявлено 06.10.69; Оpubл. 17.04.73, Бюл. № 18 // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. – 1973. – № 18. – С. 67.
2. А. с. 391214 СССР, МКИ¹ Е 01 С 11/24. Обеспыливающая эмульсия для обработки грунтовых автодорог /Л. А. Марков, Д. И. Изотов, Т. А. Юсова, А. В. Левченко (СССР). – № 1687561/29-14; Заявлено 08.07.71; Оpubл. 25.07.73, Бюл. № 31 // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. – 1973. – № 31. – С. 87.
3. *Амброс Р.А.* Об исследовании влияния химических добавок на сцепление битума с каменными материалами. – Таллин: Госиздат ЭстССР, 1956. – 18 с.
4. *Борисов С. М., Розов Н. А., Кирпиченко Е. А.* Оптимизация распределения обеспыливающих материалов для обработки переходных и низших типов покрытий // Совершенствование методов планирования и организации строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог. – М., 1982. – С. 96-102. – (Тр. / Гипродорнии; Вып. 37).
5. *Ехлакова Н. Г.* Применение сульфитно-бардяных концентратов в дорожном строительстве // Тр. совещ. по теоретическим основам технической мелиорации грунтов. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – С. 306-315.
6. *Ильин Б. А.* Строительство и эксплуатация местных дорог в Канаде // Автомоб. дороги. – 1963. – № 10. – С. 29-31.
7. Использование технических лигносульфонатов для обеспыливания дорог. – Пермь, 1983. – 4 с. – (Пермский ЦНТИ, № 83-44. Сер. Р. 66. 45. 47).
8. *Калганов С. А.* Обеспыливание и укрепление дорожных покрытий хлористым кальцием // Автомоб. дороги. – 1960. – № 6. – С. 24-25.
9. *Карлсон А. В.* Об обеспыливании дорог // Дорога и автомобиль. – 1932. – № 3. – С. 12-15.
10. *Марков Л. А., Черкасов И. И.* Улучшение свойств грунтов поверхностно-активными и структурообразующими веществами. – М.: Автотрансиздат, 1963. – 176 с.
11. *Мищенко Н. Ф.* Химическое укрепление грунтов в аэродромном и дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1967. – 211 с.
12. *Мотовилов Б. П.* Исследования по обеспыливанию грунтов в лабораторных условиях // Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса. – Л.: ЛТА, 1980. – Вып. 9. – С. 42-44.
13. *Нечаев Т. П.* Применение вяжущих материалов для обеспыливания и увеличения связности шоссе: Справочник инженера-дорожника. – Л.: Гострансиздат, 1935.
14. *Першин М.Н.* и др. Применение карналлита для обеспыливания автомобильных дорог / М.Н. Першин, А.П. Платонов, К.П. Глинская, А.А. Митянин // Автомоб. дороги. – 1969. – № 12. – С. 13-14.

15. *Першин М.Н.* и др. Обеспыливание и повышение износостойчивости дорожных покрытий из каменных материалов / М.Н. Першин, А.П. Платонов, К.П. Глинская, А.А. Митянин // Матер. Всесоюз. науч.-техн. конф. «О развитии дорожного строительства с использованием укрепленных каменных материалов». – М.: Союздорнии, 1969. – 12 с.

16. *Розов Ю.Н.* Обеспыливание автомобильных дорог с переходными и низшими типами покрытий / ЦБНТИ Минавтодора. – М., 1982. – 52 с.

17. *Розов Ю.Н.* Применение лигнодора для повышения транспортно-эксплуатационных показателей // Эксплуатация автомобильных дорог: Сб. науч. тр. / ОмПИ. – Омск, 1989. – 176 с.

18. *Синицына Н.П.* и др. Связующее на основе лигносульфонатов для укрепления грунтов / Н. П. Синицына, Н. А. Горшкова, В. М. Ольховиков и др. // Пути экономии материальных и энергетических ресурсов при ремонте и реконструкции автомоб. дорог. – М., 1989. – С. 123-128. – (Сб. науч. тр. / НПО Росдорнии, Вып. 1).

19. *Челышева Т.В.* Определение глубины укрепления гравийного покрытия при обеспыливании по величине касательных напряжений // Совершенствование техники и технологии лесозаготовок и транспорта леса: Сб. науч. тр. факультета природных ресурсов, посвященный 70-летию АГТУ и ФПР. – Архангельск, 1999. – С. 41-45.

20. *Чоборовская И.С., Князюк К.А.* Укрепление грунтов сульфитно-спиртовой бардой // Автомобильные дороги и дорожное строительство: Межвуз. республ. науч. сб. – Киев: Будивельник, 1965. – Вып. 2. – С. 102-108.

21. *Чудаков М. И.* Промышленное использование лигнина. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 12 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 20.02.01

T.V. Chelysheva

Use of Lignosulfonates for Reinforcing and Dedusting Forest Roads

The analytical review is presented for lignosulfonates application in road building both in pure state and in composition with other substances.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.82

Ю.Ф. Чернышев, С.И. Трошин

Чернышев Юрий Филиппович родился в 1927 г., окончил в 1951 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры динамики и прочности машин Красноярского государственного технического университета. Имеет свыше 100 печатных трудов в области исследования напряженно-деформированного состояния анизотропных тел.



РАСЧЕТ НАТЯГА СТАНДАРТНОЙ ДЕРЕВЯННОЙ НЕОДНОРОДНОЙ ВТУЛКИ В ПОДШИПНИКЕ СКОЛЬЖЕНИЯ

Рассмотрена осесимметричная задача определения натяга деревянного неоднородного вкладыша подшипника скольжения при его запрессовке в обойму или напрессовке на металлический стержень.

натяг подшипников, деревянная втулка, напряжения, анизотропия, деформация.

Цель работы – аналитически получить зависимость контактного давления от величины натяга деревянной неоднородной втулки при ее запрессовке в металлическую обойму подшипника или напрессовке на металлический стержень круглого сплошного или кольцевого сечения.

В зависимости от технологии изготовления втулок контурного пресования ДП-КП при прессовании изнутри или снаружи получают цилиндры, имеющие большую (до 25 %) плотность внутренних или наружных волокон древесины [6]. Если такие цилиндры пропитать легкоплавкими сплавами металлов, то плотность наружных и внутренних волокон будет различаться в 3–4 раза ($\gamma = 10 \dots 40 \text{ кН/м}^3$) [5]. Так как модуль упругости при растяжении и сжатии линейно зависит от его плотности, то он будет зависеть также и от радиуса втулки.

Предположим, что в общем случае

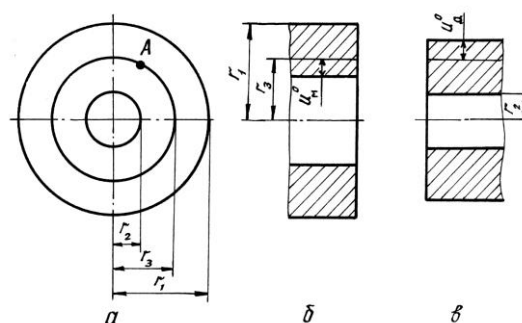
$$E = E_0 \rho^v,$$

где E_0 , E – модуль упругости при растяжении-сжатии соответственно наружного слоя с радиусом r_1 и слоя с текущим радиусом r ;

$\rho = r/r_1$ – относительный радиус;

v – показатель степени, характеризующий изменение модуля упругости по радиусу.

Рис. 1. Поперечное (а) и продольное (б) сечения втулки и обоймы (б) подшипника



Наружный диаметр ортотропной втулки, предназначенной для запрессовки в обойму или корпус подшипника, делается несколько больше внутреннего диаметра последних (рис. 1). Эта разность называется натягом. Величину натяга надо выбирать с таким расчетом, чтобы возникающее при запрессовке втулки контактное давление между цилиндрическими поверхностями втулки и обоймы было как можно больше, что предохранит втулку от проворачивания во время работы.

С другой стороны, величина натяга не должна быть очень большой, чтобы при запрессовке не произошло разрушения втулки.

Необходимо принимать во внимание, что контактное давление между втулкой и обоймой с течением времени за счет релаксации напряжений в ортотропной втулке уменьшается, а поэтому при выборе величины натяга используют близкое к верхнему пределу значение.

Кроме защиты втулки от проворачивания в процессе эксплуатации, назначение натяга заключается еще в сохранении минимального масляного зазора между втулкой и валом, от которого зависит работа ортотропного вкладыша или втулки подшипника.

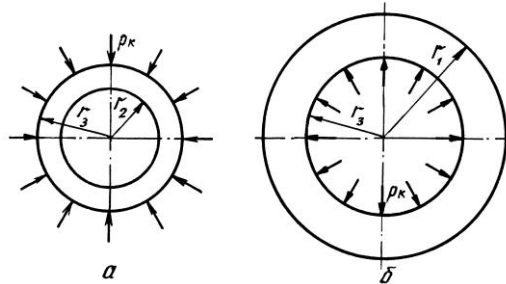
Определим контактное давление, возникающее при запрессовке ортотропной втулки в обойму подшипника.

Для внутреннего радиуса обоймы и внешнего радиуса ортотропной втулки найдем те радиальные перемещения, которые требуются для сопряжения соосных цилиндров тугой посадкой.

Введем следующие обозначения (рис. 1):

- r_2 – внутренний радиус втулки;
- r_3 – внутренний радиус обоймы (после деформации радиус равен наружному радиусу ортотропной втулки);
- r_1 – внешний радиус обоймы;
- u_m^0 – радиальное перемещение на внутренней поверхности обоймы (по направлению от центра) при тугой посадке втулки в обойму;
- u_d^0 – то же на внешней поверхности втулки (по направлению к центру).

Рис. 2. Распределение контактного давления в поперечных сечениях втулки (а) и обоймы (б) подшипника



При посадке в обойму внешний радиус втулки уменьшится, и точка A на ее контактной поверхности получит отрицательное смещение $u_{\text{д}}^{\circ}$ (по направлению к оси втулки). Внутренний радиус обоймы увеличится. Следовательно, в обойме возникает положительное смещение $u_{\text{м}}^{\circ}$ точки A . Сумма $|u_{\text{м}}^{\circ}| + |u_{\text{д}}^{\circ}|$ должна быть равна полунатягу δ :

$$|u_{\text{м}}^{\circ}| + |u_{\text{д}}^{\circ}| = \delta. \quad (1)$$

Так как величина натяга 2δ весьма мала по сравнению с размерами радиуса поверхности контакта, то при вычислении будем считать внешний радиус втулки и внутренний радиус обоймы одинаковыми и равными r_3 .

Контактное давление $p_{\text{к}}$ будет наружным для ортотропной втулки и внутренним для обоймы (рис. 2).

Тангенциальная относительная деформация [1] для втулки

$$\varepsilon_t = \frac{1}{E_t} \left[\sigma_t - \mu_{\text{т}} \sigma_r \right],$$

для обоймы

$$\varepsilon_t = \frac{1}{E_{\text{м}}} \left[\sigma_t - \mu_{\text{м}} \sigma_r \right].$$

Здесь E_t – модуль упругости материала втулки в тангенциальном направлении; $E_{\text{м}}$ – модуль упругости металлической обоймы (во всех направлениях он одинаков); σ_t , σ_r – нормальные напряжения в тангенциальном и радиальном направлениях втулки и обоймы; $\mu_{\text{т}}$ – коэффициент Пуассона, характеризующий поперечную деформацию в направлении, определяемом первым индексом, от усилия, действующего в направлении второго индекса; $\mu_{\text{м}}$ – коэффициент Пуассона для металлической обоймы (во всех направлениях он одинаков).

Соответственно радиальные перемещения точки на контактной цилиндрической поверхности втулки

$$u_{\text{д}}^{\circ} = \frac{r_3}{E_t} \left[\sigma_t - \mu_{\text{т}} \sigma_r \right], \quad (2)$$

обоймы

$$u_{\text{м}}^{\circ} = \frac{r_3}{E_{\text{м}}} \left[\sigma_t - \mu_{\text{м}} \sigma_r \right]. \quad (3)$$

Тангенциальное напряжение для ортотропной втулки на ее внешней поверхности, нагруженной внешним давлением (рис. 2, а), определим в соответствии с [4]:

$$\sigma_t = \left[\frac{\lambda_1}{1 - c^{\lambda_1 - \lambda_2}} - \frac{\lambda_2}{c^{\lambda_2 - \lambda_1} - 1} \right] (-p_k),$$

радиальные напряжения

$$\sigma_r = -p_k,$$

где
$$\lambda_{1,2} = \frac{v \pm \sqrt{v^2 + 4(1 - \mu v)k^2}}{2};$$

v – некоторая соответствующим образом подобранная величина;

μ – коэффициент поперечной деформации материала втулки;

$k = \sqrt{E_\theta / E_r}$ – коэффициент анизотропии;

E_θ, E_r – модули упругости материала ортотропной втулки соответственно в тангенциальном и радиальном направлениях;

$$c = \frac{r_2}{r_3}.$$

В соответствии с [1–3] из (2) и (3) получим

$$u_d^o = \frac{r_3}{E_t} \left[\left(\frac{\lambda_1}{1 - c^{\lambda_1 - \lambda_2}} - \frac{\lambda_2}{c^{\lambda_2 - \lambda_1} - 1} \right) - \mu_{rt} \right] (-p_k); \quad (4)$$

$$u_m^o = \frac{r_3}{E_m} \left[\frac{1 + c_m^2}{1 - c_m^2} + \mu_m \right] (p_k). \quad (5)$$

Если подставим последние выражения (4), (5) радиальных перемещений контактной поверхности ортотропной втулки и металлической обоймы в (1), то найдем величину полунатяга:

$$\delta = p_k r_3 \left[\left(\frac{1}{E_t} \left(\frac{\lambda_1}{1 - c^{\lambda_1 - \lambda_2}} - \frac{\lambda_2}{c^{\lambda_2 - \lambda_1} - 1} \right) - \mu_{rt} \right) + \frac{1}{E_m} \left(\frac{1 + c_m^2}{1 - c_m^2} + \mu_m \right) \right]. \quad (6)$$

При запрессовке ортотропной втулки на стержень, имеющий трубчатое или сплошное круглое поперечное сечение (например успокоители цепных и ременных передач), тангенциальные напряжения на внутренней поверхности втулки, нагруженной внутренним давлением (рис. 2, б), в соответствии с [4]

$$\sigma_t = \left[\frac{\lambda_1 c^{\lambda_1 - 1}}{c^{\lambda_2 - 1} (c^{\lambda_1 - \lambda_2} - 1)} - \frac{\lambda_2 c^{\lambda_2 - 1}}{c^{\lambda_1 - 1} (c^{\lambda_2 - \lambda_1} - 1)} \right] p_k,$$

радиальные напряжения

$$\sigma_r = -p_k.$$

Тангенциальные напряжения для металлического стержня на его внешней поверхности, нагруженной давлением, по [3]

$$\sigma_t = \frac{1+c_M^2}{1-c_M^2}(-p_k),$$

радиальные напряжения

$$\sigma_r = -p_k.$$

Используем полученные выше напряжения для ортотропной втулки и металлического стержня при определении радиальных перемещений их контактных поверхностей:

$$u_d^o = \frac{r_3}{E} \left[\left(\frac{\lambda_1 c^{\lambda_1-1}}{c^{\lambda_2-1} (-c^{\lambda_1-\lambda_2})} - \frac{\lambda_2 c^{\lambda_2-1}}{c^{\lambda_1-1} (\lambda_2-\lambda_1-1)} \right) + \mu_{rt} \right] (p_k);$$

$$u_M^o = \frac{r_3}{E_M} \left[\frac{1+c_M^2}{1-c_M^2} - \mu_M \right] (-p_k).$$

Величины перемещений подставим в уравнение (1) и решим его относительно полунатяга:

$$\delta = p_k r_3 \left[\left(\frac{1}{E_t} \left(\frac{\lambda_1 c^{\lambda_1-1}}{c^{\lambda_2-1} (-c^{\lambda_1-\lambda_2})} - \frac{\lambda_2 c^{\lambda_2-1}}{c^{\lambda_1-1} (\lambda_2-\lambda_1-1)} \right) + \mu_{rt} \right) + \frac{1}{E_M} \left(\frac{1+c_M^2}{1-c_M^2} - \mu_M \right) \right]. \quad (7)$$

Определим полунатяг при запрессовке ортотропной втулки на металлический стержень сплошного круглого поперечного сечения:

$$\delta = p_k r_3 \left[\left(\frac{1}{E_t} \left(\frac{\lambda_1 c^{\lambda_1-1}}{c^{\lambda_2-1} (-c^{\lambda_1-\lambda_2})} - \frac{\lambda_2 c^{\lambda_2-1}}{c^{\lambda_1-1} (\lambda_2-\lambda_1-1)} \right) + \mu_{rt} \right) + \frac{1}{E_M} (-\mu_M) \right]. \quad (8)$$

В формуле (7) относительные геометрические размеры втулки и металлического стержня $c = \frac{r_3}{r_1}$, $c_M = \frac{r_2}{r_3}$, а в формуле (8) $c_M = 0$, так как $r_2 = 0$.

Выводы

Получены новые формулы для определения полунатяга при запрессовке неоднородной стандартной втулки в обойму (6), ее напрессовке на металлический стержень кольцевого (7) или сплошного круглого сечения (8). Эти формулы можно использовать для всех стандартных втулок из гнuto-прессованной древесины продольного и торцового гнутья, контурного прессования, т. е. таких, у которых главные оси упругой симметрии совпадают с осями симметрии цилиндрических втулок, а также у которых наблюдается значительное различие плотности древесины наружных и внутренних волокон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов В.Н., Чернышев Ю.Ф. Напряжения в деревянной втулке при действии внутреннего и внешнего давлений // Лесн. журн. – 1971. – № 4. – С. 60–63. – (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Расчеты на прочность в машиностроении / С.Д. Пономарев, В.Л. Бидерман, К.К. Лихарев и др. – Том. I. – М.: Госнаучтехиздат, 1956. – 884 с.

3. *Феодосьев В.И.* Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 521 с.
4. *Чернышев Ю.Ф.* Напряженное состояние ортотропного цилиндра переменной плотности // Лесн. журн. – 1990. – № 6. – С. 71–75. – (Изв. высш. учеб. заведений).
5. *Чубов Н.И.* Металлизированная прессованная древесина. – Воронеж: ВГУ, 1975. – 136 с.
6. *Шейдин И.А., Подик П.Э.* Технология производства древесины и пластиков и их применение. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 264 с.

Красноярский государственный
технический университет

Поступила 18.10.2000 г.

Yu.F. Chernyshev, S.I. Troshin

Calculation of Interference of Standard Wooden Heterogeneous Bushing in Slide Bearing

Axisymmetrical task of determining the interference of wooden heterogeneous bushing of the slide bearing is analyzed when it is press-fit into the clip or pressed to the iron core.

УДК 674.815-41:613

Е.М. Разиньков, Л.В. Пономаренко

Разиньков Егор Михайлович родился в 1950 г., окончил в 1974 г. Воронежский лесотехнический институт, академик РАЕН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механической технологии древесины Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 100 печатных трудов в области структурообразования древесностружечных плит и совершенствования технологии производства плит с заданными физико-механическими свойствами.



Пономаренко Лариса Викторовна родилась в 1963 г., окончила в 1985 г. Воронежский лесотехнический институт, аспирант кафедры механической технологии древесины Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет около 10 печатных трудов в области совершенствования технологии древесностружечных плит.



**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРЕМНЕФТОРИСТОГО АММОНИЯ
В КАЧЕСТВЕ ОТВЕРДИТЕЛЯ
КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ**

Показана возможность замены хлористого аммония как отвердителя карбамидоформальдегидных смол на кремнефтористый аммоний; установлены дозировки этого препарата; исследовано его влияние на основные свойства древесностружечных плит.

смолы карбамидоформальдегидные, отверждение кремнефтористым аммонием, антисептирование плит.

В настоящее время в деревообработке в основном используют карбамидоформальдегидные смолы (КФС), отвердителем которых служит хлористый аммоний. Количество отвердителя в КФС составляет 0,3 ... 1,0 % от массы рабочего раствора смолы (в пересчете на 60 %-ю концентрацию). При массовой доле хлористого аммония в смоле свыше 1,0 % его эффективность как отвердителя падает. Одновременно повышается хрупкость отвержденного клея, что приводит к снижению прочности склеивания.

Другим недостатком хлористого аммония является наличие хлора. В настоящее время хлорсодержащие соединения признаны канцерогенами и должны отсутствовать в материалах, используемых человеком [5].

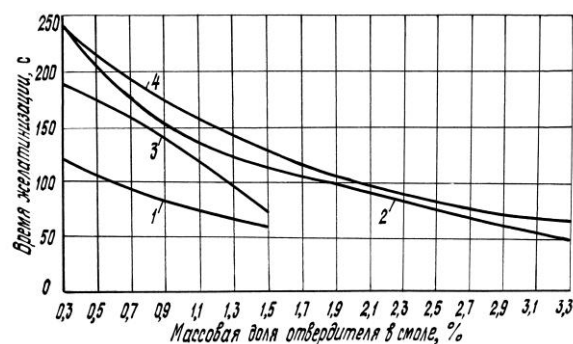
Поскольку в технологии изготовления древесностружечных плит (ДСтП), особенно для покрытия полов, кроме отвердителя, используют и

антисептики (фтористый натрий, медный купорос и др.), целесообразно было бы подобрать взамен хлористого аммония такой препарат, который бы одновременно обладал свойствами как отвердителя, так и антисептика.

Нами предложено для этого использовать один из антисептиков, применяемых в технологии консервирования древесины, а именно кремнефтористый аммоний (КФА).

Цель нашей работы состояла в исследовании возможности использования кремнефтористого аммония как отвердителя карбамидоформальдегидных смол в технологии ДСтП. Основные задачи исследования: установление эффективности действия КФА; определение дозировки КФА; исследование влияния КФА на основные свойства ДСтП (прочность, водо- и биостойкость).

Зависимость времени желатинизации смол КФ-НФП (1, 2) и КФ-Ж (3, 4) от содержания в них отвердителя: 1, 3 – хлористый аммоний; 2, 4 – кремнефтористый аммоний



В опытах по установлению эффективности действия КФА как отвердителя КФС были выбраны следующие марки смол: КФ-НФП, применяемая в технологии ДСтП, и КФ-Ж, используемая в технологии фанеры, а также при облицовывании горячим способом мебельных щитов и т.п. По ГОСТ 14231–88 [4] определяли время желатинизации смол при температуре 100 °С с различным количеством хлористого или кремнефтористого аммония. Результаты приведены на рисунке, из которого видно, что КФА действует на смолы как отвердитель, хотя его эффективность несколько ниже, чем у хлористого аммония, особенно для смолы КФ-НФП. Так, при массовой доле отвердителей в смоле КФ-НФП 0,3; 0,7 и 1,0 % время желатинизации смолы с КФА в 1,9 – 2,1 раза ниже, чем с хлористым аммонием, в смоле КФ-ЖЛ – в 1,2–1,3 раза.

Из приведенных графических зависимостей видно, что эффективность действия обоих отвердителей на исследуемые смолы разная. Оба отвердителя действуют на смолу КФ-Ж, имеющую пониженную реакционную способность (но повышенную жизнеспособность), менее эффективно, чем на КФ-НФП. Так, при массовой доле хлористого аммония в смолах 0,3; 0,7; 1,1 и 1,5 % время желатинизации у КФ-Ж в 1,2–1,8 раза выше, чем у КФ-НФП.

Действие хлористого аммония на исследуемые смолы таково, что чем выше его содержание в смолах, тем меньше разница во времени желатинизации. Так, при массовой доле хлористого аммония в смолах 0,3 % раз-

ница составляла почти 1,8 раза, а при 1,5 % – только 1,2 раза. Это подтверждают кривые 1 и 3, имеющие тенденцию к сближению при увеличении количества отвердителя в смоле.

С повышением содержания кремнефтористого аммония в смолах разница во времени желатинизации незначительна. Об этом можно судить по поведению кривых 2 и 4, которые почти параллельны и проходят на небольшом расстоянии друг от друга. Это показывает, что эффективность действия КФА на эти смолы почти одинаковая, несмотря на то, что реакционная способность КФ-Ж ниже.

Рациональные дозировки КФА определены нами графически (см. рисунок), исходя из времени желатинизации, регламентированного [3]: для внутреннего слоя ДСтП – 60 с, для наружного – 110 с. Они соответственно составляют 2,90 и 1,65 %. При использовании смолы КФ-Ж в производстве мебели (облицовка мебельных щитов и пр.) рациональная дозировка КФА составляет 1,5 %; при этом достигается такое же время желатинизации, что и при 1 %-м расходе хлористого аммония.

Исследованы физико-механические свойства древесностружечных плит, изготовленных на смоле КФ-НФП, содержащей в качестве отвердителя хлористый или кремнефтористый аммоний. Были изготовлены плиты плотностью 700 кг/м^3 и толщиной 16 мм. Температура прессования составляла $170 \text{ }^\circ\text{C}$. Давление и продолжительность прессования соответствовали требованиям технологической инструкции [7]. По стандартным методикам ГОСТов 10635–88, 10636–90 и 10634–88 [1–3] определены пределы прочности плит при изгибе и растяжении перпендикулярно пласти, а также разбухание по толщине после 24-часовой выдержки в воде.

Результаты физико-механических испытаний показали, что КФА, содержащийся в ДСтП в количестве до 3,0 % от массы рабочего раствора смолы, отрицательного влияния на исследованные свойства не оказывает.

Биологические испытания плит проводили на культуре дереворазрушающего пленчатого домашнего гриба *Coniophora cerebella* в течение трех месяцев. Для опытов были изготовлены плиты, содержащие КФА в количестве 0,2 ... 2,0 % от массы абс. сухой стружки, что соответствует 2,0 ... 20,0 % от массы рабочего раствора смолы марки КФ-НФП (примерно в 10 раз больше, чем при расчете от массы абс. сухой стружки). Режим изготовления плит был таким же, как и при получении плит для физико-механических испытаний. Размер образцов $20 \times 20 \times 16 \text{ мм}$.

В качестве контрольных опытов были проведены испытания образцов ДСтП, отвердителем смолы в которых служил хлористый аммоний, а также инокулятов древесины заболони сосны для подтверждения эффективности действия культуры гриба. Массовая доля хлористого аммония в смоле для внутреннего слоя составляла 1,35 %, для наружных слоев – 0,45 % от массы рабочего раствора смолы.

Результаты биологических испытаний, продолжавшихся 3 месяца, показали, что потеря массы у древесной заболони сосны составила 30 %, у контрольных плит – 20 % (при такой потере массы прочность при изгибе

снижается более чем на 65 % [6]), а у ДСтП, содержащих 0,2 и 2,0 % КФА от массы абс. сухой стружки, – соответственно 16,0 и 1,1 %. Необходимое (защитающее) количество КФА в плите, когда потеря массы ДСтП должна быть не более 3 % [2], равно 1,5 % от массы абс. сухой стружки.

Важным технологическим вопросом является введение КФА в плиту. Дело в том, что при необходимой для биозащиты ДСтП дозировке КФА 1,5 % от массы стружки (или 15 % от массы смолы) полное его растворение во влаге смолы не достигается, поэтому добавлять весь КФА непосредственно в смолу нельзя из-за опасения забивания трубопровода. Возможны два варианта:

а) часть КФА в пределах его растворимости в смоле (по установленным нами данным она составляет 3,3 % от массы смолы) вводят непосредственно в смолу, остальные 11,7 % в виде 12...15 %-го водного раствора – в стружку опрыскиванием;

б) 3,3 % КФА растворяют в смоле и 15,2 % (11,7 % от массы смолы с учетом 30 %-го увеличения) вводят в виде порошка в сухую стружку.

Выводы

1. Кремнефтористый аммоний можно использовать в качестве отвердителя карбамидоформальдегидных смол взамен хлористого аммония. Его дозировка по отношению к смоле КФ-НФП для наружных слоев ДСтП должна составлять 1,65, а для внутреннего – 2,90 %. В технологии облицовывания мебельных щитов горячим способом необходимо использовать рабочие растворы смолы КФ-Ж, содержащие 1,50 % КФА.

2. Кремнефтористый аммоний обладает свойствами антисептика. Для биозащиты ДСтП массовая доля его в плите должна составлять 1,5 % от массы абс. сухой стружки (15 % от массы рабочего раствора смолы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 10634–88. Плиты древесностружечные. Методы определения физических свойств.
2. ГОСТ 10635–88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности на изгиб.
3. ГОСТ 10636–90. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти.
4. ГОСТ 14231–88. Смолы карбамидоформальдегидные жидкие.
5. Поляков Н.С., Петухова Г.Н. Защита окружающей среды от диоксинов: Сб. материалов Междунар. научно-практ. конф. – Воронеж, 2000. – Том 1. – 295 с.
6. Разиньков Е.М. Исследование защитных средств и способов их введения для защиты древесностружечных плит от биоразрушения: Дис. ... канд. техн. наук. – Балабаново, 1980. – 204 с.
7. Технологическая инструкция на производство древесностружечных плит на отечественных линиях СП-25 и СП-35. – Балабаново, 1989. – 100 с.

Воронежская государственная
лесотехническая академия

Поступила 09.12.2000 г.

E.M. Razinkov, L.V. Ponomarenko

**Using Fluosilicate Ammonium as Hardener of
Urea-formaldehyde Resins**

The possibility of replacing ammonium chloride as the hardener of urea-formaldehyde resins by fluosilicate ammonium is shown. The dosage of fluosilicate ammonium is set; its influence on the main features of particleboard is investigated.

УДК 674.05:621.9

В.И. Малыгин, А.Е. Смаглов

Малыгин Владимир Иванович родился в 1952 г., окончил Университет Дружбы народов им. П. Лумумбы, доктор технических наук, профессор, действительный член АИИ РФ, проректор по научной работе Севмашвуза. Имеет более 110 научных работ в области математического моделирования физических процессов при резании.



ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПО УРАВНЕНИЮ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ЗАДАЧАХ ТЕПЛОФИЗИКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Предложена методика оценки точности вычисления температуры при решении в тригонометрических рядах, для которых имеется решение в экспоненциальных рядах.

дереворежущий инструмент, сборный, точность вычислений, математическая модель, тепловое состояние.

Задача выбора оптимальной конструкции дереворежущего инструмента на стадии проектирования как технологического процесса, так и самого инструмента является актуальной. Это обусловлено необходимостью обеспечения высокого качества изделий деревообработки и эффективностью использования дереворежущего инструмента. Основные показатели эффективности, прежде всего стойкость, определяются физическими процессами, происходящими при резании. Особое значение при этом приобретает вопрос изучения тепловых процессов, протекающих в инструменте. В деревообработке тепло, образующееся при резании материалов с низкой теплопроводностью, практически в полном объеме идет на нагрев инструмента. Поэтому, решение вопросов, связанных с учетом температурных деформаций, представляет научный и практический интерес. Один из путей его решения – создание математической модели, позволяющей проводить качественную оценку конструкции инструмента на стадии проектирования.

Рассматривая вопросы математического моделирования тепловых полей в режущем инструменте, прежде всего следует подобрать размерность задачи таким образом, чтобы она наиболее точно описывала протекающие в нем процессы. Для сборного инструмента в качестве модели формы инструмента целесообразно принимать тела ограниченных размеров, поскольку необходимо учитывать теплообмен по всем граням режущей пластины. Моделирование полуограниченными телами здесь будет не совсем корректно, так как теплообмен в стыке существенно отличается от теплооб-

мена в сплошном теле. Особенность состоит в том, что решения задач теплопроводности для ограниченных тел представляют в виде рядов, например тригонометрических и др. Таким образом, точность вычислений определяется числом членов частичного ряда, удерживаемых при расчете.

Можно показать, что число членов ряда, которые необходимо удерживать для обеспечения заданной точности, зависит от вида функции, на основе которой построен ряд.

Для этого сравним два ряда, построенных на основе тригонометрических и экспоненциальных функций. Первые образуются при решении дифференциального уравнения теплопроводности различными способами, в которых искомое решение изначально ищется либо в виде ряда Фурье, либо они лежат в основе интегральных преобразований. Наиболее простой способ получения решения в виде экспоненциального ряда – конструирование его методом источников [2]. В этом случае используют функции влияния, которые, в свою очередь, составляются с учетом воздействия каждого источника. Это воздействие может быть представлено как в виде экспоненциальной зависимости*, так и в виде ряда Фурье, что дает прекрасную основу для сравнения.

Рассмотрим некоторые особенности исследуемых рядов. Получение решения в экспоненциальных рядах основано на использовании метода источников [2], что придает ему ясный физический смысл. Что касается тригонометрических рядов, то по своей природе они ориентированы на описание периодических процессов. Использование их для описания непериодических процессов, в том числе и распространения тепла, возможно, и не составляет особого труда, однако физический смысл при этом утрачивается. Тем не менее, тригонометрические ряды имеют весьма существенное достоинство, обуславливающее их широкое применение, – решение в них может быть получено для задач с весьма сложными краевыми условиями. К сожалению, у экспоненциальных рядов это отсутствует – даже для сравнительно простых краевых условий (например для задачи, рассматриваемой в данной работе) решение становится весьма громоздким, для более сложных такового найти не удастся.

Рассмотрим, как связана величина n -го члена ряда с его номером для обоих случаев. Для экспоненциального ряда, полученного методом источников, величина члена ряда убывает пропорционально экспоненте квадрата его номера, для тригонометрического – пропорционально произведению экспоненты квадрата номера на синус (косинус) номера. Казалось бы, раз члены тригонометрического ряда убывают быстрее, то и сходиться он должен раньше. Однако это не так.

Выясним, как связана величина члена ряда с координатой. В экспоненциальном ряду связь с координатой такая же, как с номером – пропорциональность с экспонентой квадрата координаты, в тригонометрическом –

* Это фундаментальное решение уравнения теплопроводности для мгновенного точечного источника, действовавшего в неограниченном пространстве.

с синусом (косинусом) координаты. Так как фундаментальное решение дифференциального уравнения теплопроводности есть именно экспоненциальная связь температуры с квадратом расстояния, то становится очевидным, что тригонометрические ряды лишь приближают то решение, которое экспоненциальные ряды дают сразу и точно. Однако такое сравнение будет неточным, если не учитывать связь величины члена ряда со временем. Если для сходимости экспоненциального ряда эта связь не имеет большого значения в силу его знакопостоянства, то в знакопеременном тригонометрическом ряду время определяет «размах колебаний» членов ряда. Чем меньше время, тем больше размах (пропорционально $\exp(-t)$). Отсюда следует, что для получения результата с заданной степенью точности в тригонометрическом ряду нужно удерживать существенно больше членов, по крайней мере, для малых промежутков времени. Определению числа членов в том и другом случае и посвящена данная работа.

Рассмотрим задачу в следующей относительно простой постановке, которая позволит проиллюстрировать особенности обоих типов решений. Исследуется распространение тепла в стержне при заданных температурах на его концах (первая краевая задача). Таким образом, имеем уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

при граничных $u|_{x=0} = \psi_1(t)$, $u|_{x=l} = \psi_2(t)$ и начальном $u|_{t=0} = \varphi(x)$ условиях.

Здесь $u(x, t)$ – температура в точке с координатой x в момент времени t ;

$\psi_1(t)$, $\psi_2(t)$, $\varphi(x)$ – заданные функции.

Для того, чтобы показать различную сходимость исследуемых рядов, достаточно рассмотреть переходный процесс при стационарных краевых условиях, так как нестационарные условия затрудняют проявление особенностей поведения рядов. Примем следующие значения краевых функций: единичная температура на левом конце стержня $\psi_1(t) = 1$, нулевая температура на правом конце $\psi_2(t) = 0$, нулевая начальная температура $\varphi(x) = 0$. В этом случае решение, выраженное в тригонометрических рядах, может быть получено в виде [1]

$$u(x, t) = V(x, t) - \left[\sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{-\left(\frac{n\pi\alpha}{l}\right)^2 t} \sin\left(\frac{n\pi x}{l}\right)}{n} \right] / \pi, \quad (1)$$

решение, полученное в экспоненциальных рядах [1]:

$$\begin{aligned}
 u(x,t) = V(x,t) - & \left[\sum_{n=-\infty}^{\infty} \operatorname{erf} \left(\frac{1(l+2ln-x)}{2\sqrt{t}\alpha} \right) l\pi + \operatorname{erf} \left(\frac{1(-l+2ln-x)}{2\sqrt{t}\alpha} \right) l\pi + \right. \\
 & + \operatorname{erf} \left(\frac{1(-l+2ln-x)}{2\sqrt{t}\alpha} \right) l\pi + 2e^{\left(\frac{1(l+2ln-x)^2}{4\alpha^2 t} \right)} \alpha\sqrt{\pi}\sqrt{t} + 2n \operatorname{erf} \left(\frac{1(l+2ln-x)}{2\sqrt{t}\alpha} \right) l\pi - \\
 & - x \operatorname{erf} \left(\frac{1(l+2ln-x)}{2\sqrt{t}\alpha} \right) \pi - 2e^{\left(\frac{1(-l+2ln-x)^2}{4\alpha^2 t} \right)} \alpha\sqrt{\pi}\sqrt{t} - 2 \operatorname{erf} \left(\frac{1(-l+2ln-x)}{2\sqrt{t}\alpha} \right) nl\pi - \\
 & \left. - 2 \operatorname{erf} \left(\frac{1(2ln-x)}{2\sqrt{t}\alpha} \right) \pi l \right] / (2\pi l), \quad (2)
 \end{aligned}$$

где $V(x, t) = \psi_1 + (\psi_2 - \psi_1)x/l$ – «квазистационарная» температура, которая будет отражать поле температур после установления теплового равновесия.

Как уже было сказано выше, точность вычислений по формулам (1) и (2) существенно зависит от времени в самом начале переходного процесса. Определимся с величиной этого промежутка времени.

При реальных процессах циклического резания (фрезерование, пиление дисковыми пилами) продолжительность цикла напрямую зависит от скорости вращения шпинделя станка. Так, при частоте вращения $n = 1000; 3000; 6000$ об/мин цикл нагружения соответственно составляет $0,06; 0,02; 0,01$ с.

Необходимо отметить, что длительность теплового импульса составляет лишь незначительную часть цикла нагружения. Казалось бы, решать уравнение теплопроводности лучше для мгновенно действующего источника, в этом случае решения (1) и (2) получились бы значительно проще. Это было бы действительно так, если бы имелся всего один цикл нагружения. На практике число циклов достаточно велико и температура

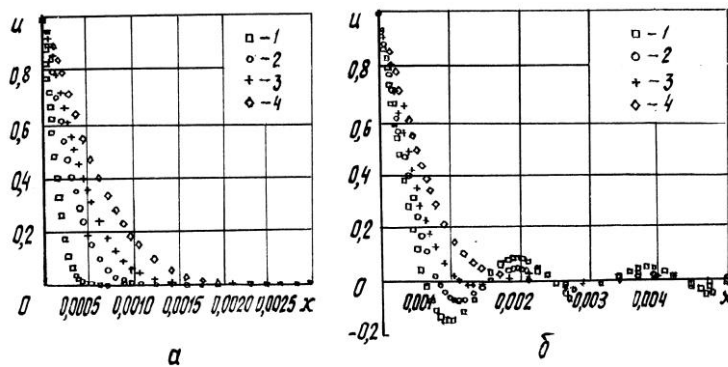


Рис. 1. Распределение температур в стержне для ряда с числом членов $n = 10$ и различных моментов времени: 1 – 0,001 с; 2 – 0,005; 3 – 0,010; 4 – 0,020; а – решение в экспоненциальных рядах; б – в тригонометрических рядах

режущей кромки устанавливается около некоторой средней величины, которая в нашем случае соответствует квазистационарной температуре. Таким образом, моделирование реального теплового поля первой краевой задачей предпочтительней, чем исследование распространения мгновенного теплового импульса. Кроме того, решения (1) и (2) могут быть легко модернизированы и для более сложных краевых условий.

Рассмотрим зависимость точности вычислений от числа удерживаемых при расчете членов ряда.

На рис. 1 показан характер изменения температуры u во времени x или t для двух видов решений, представленных в экспоненциальных и тригонометрических рядах. Видно, что для тригонометрических рядов амплитуда колебаний уменьшается с ростом времени, что и следовало ожидать. Практический интерес представляют именно малые промежутки времени.

На рис. 2 показана зависимость температуры стержня от числа удерживаемых членов ряда n . Видно, что точность вычисления по решению в экспоненциальных рядах для малых промежутков времени практически не зависит от n , поэтому для практических расчетов можно принять $n = 5$. Что касается тригонометрических рядов, то для них отклонения становятся сравнительно малыми только при $n > 50$. Таким образом, непосредственные вычисления подтверждают, что для тригонометрических рядов существует сильная зависимость между точностью вычислений и промежутком времени при постоянном числе удерживаемых членов ряда n .

Предлагается следующая методика выбора числа удерживаемых членов ряда при проведении расчетов по решениям, полученным в тригонометрических рядах.

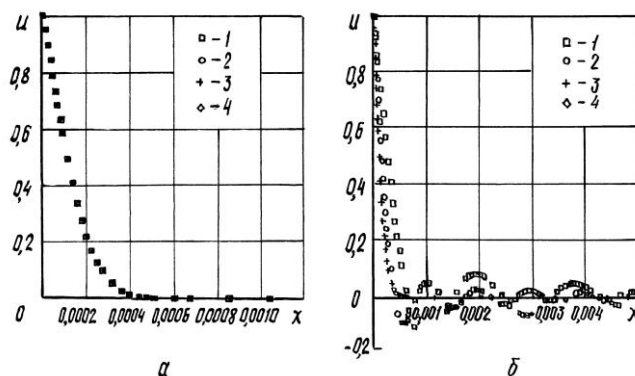


Рис. 2. Распределение температур в стержне в момент времени $t = 0,001$ с для различного числа удерживаемых членов ряда: a – решение в экспоненциальных рядах ($1 - n = 5$; $2 - 10$; $3 - 25$; $4 - 50$); b – решение в тригонометрических рядах ($1 - n = 10$; $2 - 20$; $3 - 50$; $4 - 100$)

Допустим, что для данной задачи существует и известно решение как в тригонометрических, так и в экспоненциальных рядах. Как показано выше, точность вычислений по решениям в экспоненциальных рядах слабо зависит от числа удерживаемых членов ряда, по крайней мере, для быстротекущих процессов. Зададимся некоторым числом удерживаемых членов экспоненциального ряда n , при котором будем считать найденное решение точным (в нашем примере достаточно было взять $n = 5, \dots, 10$). Тогда относительную погрешность вычислений по решениям в тригонометрических рядах можно определить по формуле

$$\delta(x, t) = \frac{|u_{\text{exp}}(x, t) - u_{\text{trig}}(x, t, m)|}{u_{\text{exp}}(x, t)}, \quad (3)$$

где $u_{\text{exp}}(x, t)$ – температура в точке x в момент времени t , определенная по решению в экспоненциальных рядах;

$u_{\text{trig}}(x, t, m)$ – температура в точке x в момент времени t , определенная по решению в тригонометрических рядах для числа удерживаемых членов ряда m .

Отсюда, задаваясь различными значениями m , можно подобрать его таким, чтобы удовлетворить требуемой точности вычислений в соответствии с формулой (3)*.

Выводы

1. При практических вычислениях для быстротекущих процессов по решениям дифференциального уравнения теплопроводности, представленным в тригонометрическом и экспоненциальном рядах, экспоненциальный ряд сходится к приемлемо точному, в рамках данной задачи, решению существенно быстрее, чем тригонометрический.

2. В случае, когда постановка задачи допускает получение решений в тригонометрических и в экспоненциальных рядах, при существенно более быстрой сходимости экспоненциальных рядов оценка точности вычислений по решению в тригонометрических рядах может быть получена по формуле (3).

3. Оценка точности вычислений, проведенная по изложенной методике, может экстраполирована и на задачи, для которых нет решений в экспоненциальных рядах, однако это предположение остается пока недоказанным. Основанием для подобного утверждения служит то, что для различных краевых условий форма решения в тригонометрических рядах остается практически без изменений.

* Формула (3) дает несколько завышенные значения (что зачастую идет в запас), поскольку частичная сумма исследуемого экспоненциального ряда меньше, чем полная.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошляков Н.С. и др. Уравнения в частных производных математической физики. – М.: Высш. шк., 1970. – 115с.
2. Положий Г.Н. Уравнения математической физики. – М.: Высш. шк., 1964. – 76с.

Севмашвтуз

Поступила 28.05.01

V.I. Malygin, A.E. Smaglov

**Calculation Accuracy Assessment
of Thermal Conductivity Equation in Thermophysics Tasks
when Designing Woodcutting Tool**

The accuracy assessment technique of temperature calculation is suggested for the solution in trigonometric series for which the solution in exponential series is available.

УДК 647.817-14

В.В. Тулейко, В.Б. Снопков

Тулейко Валерий Валентинович родился в 1975 г., окончил в 1997 г. Белорусский государственный технологический университет, младший научный сотрудник лаборатории огнезащиты строительных конструкций и материалов при кафедре технологии клееных материалов и плит БГТУ. Имеет 14 печатных работ в области исследования процессов тепломассопереноса при пьезотермическом воздействии на древесно-клеевые композиции и древесные слоистые материалы, а также разработки режимов их изготовления.



Снопков Василий Борисович родился в 1952 г., окончил в 1974 г. Белорусский технологический институт, кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии клееных материалов и плит Белорусского государственного технологического университета. Имеет 125 печатных работ в области технологии древесных плит и пластика, гидротермической обработки и защиты древесины.

**ПРЕССОВАНИЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ УВЕЛИЧЕННОЙ ТОЛЩИНЫ. 2. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕССЫ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА**

Установлено, что увеличение плотности и начальной влажности древесностружечного брикета, а также размеров древесных частиц, из которых он сформирован, влияет на процессы тепло- и массопереноса во время прессования.

древесностружечный брикет, горячее прессование, контактный нагрев, тепломассоперенос, температура, влажность, парогазовая смесь.

В ранее опубликованном сообщении* было показано, что прессование древесностружечных плит (ДСтП) увеличенной толщины сопровождается изменением температуры, влажности и давления внутри стружечного брикета. Указанные изменения являются следствием фазового перехода влаги. Парогазовая смесь перемещается как вглубь плиты (что приводит к более быстрому прогреванию), так и к ее кромкам (что способствует удалению парогазовой смеси) [1].

Логично предположить, что на явления тепло- и массопереноса внутри стружечного брикета оказывают влияние различные технологиче-

* Тулейко В.В., Снопков В.Б. Прессование древесностружечных плит увеличенной толщины. 1. Явления тепло- и массопереноса в древесностружечном брикете // Лесн. журн. – 2001. – № 3. – С. 95 – 101. – (Изв. высш. учеб. заведений).

ские факторы производства ДСтП. В частности, такие как размеры использованной стружки, плотность брикета, его начальная влажность. Изучению влияния этих факторов посвящен следующий этап наших исследований.

Методика формирования древесностружечного брикета, а также измерения его параметров в процессе прессования описаны в предыдущей работе*. В опытах использовали стружку, полученную в промышленных условиях цеха ДСтП АО «Мостовдрев» на стружечных станках ДС-7. Размеры и фракционный состав мелкой и крупной стружки приведены в таблице.

Стружка	Средняя толщина, мм	Доля, мас. %, фракции размером, мм							
		-/4,5	4,5/3,5	3,5/2,5	2,5/1,6	1,6/1,0	1,0/0,6	0,6/0,4	0,4/0,0
Мелкая	0,1	–	–	–	4,0	57,0	4,5	11,5	23,0
Крупная	0,8	35,0	22,6	2,4	20,5	17,5	2,0	–	–

На рис. 1, а приведены графики изменения температуры в зависимости от продолжительности прессования брикетов, сформированных из мелкой и крупной стружки. Для сравнения представлены кривые, отображающие изменение этого параметра в трехслойном стружечном брикете (кривые 3, 3'). Анализируя ход кривых 1, 1', можно сделать следующие выводы. До температуры 100 °С прогрев наружного и внутреннего слоев стружечного брикета, сформированного из мелкой стружки, происходит быстрее, чем в трехслойном брикете. Достигнув отметки 103 °С, температура наружного слоя остается постоянной на этом уровне в течение 3 мин (с 4-й по 7-ю минуту), затем начинает медленно возрастать. В трехслойном брикете такого явления не наблюдается. Еще одно отличие состоит в том, что у брикета из мелкой стружки температура внутреннего слоя стабилизируется на уровне 103 °С на более длительное время. Полученные особенности можно объяснить тем, что мелкие древесные частицы, плотно расположенные в теле стружечного брикета, препятствуют перемещению в нем влаги в виде пара. Анализируя ход кривых 2, 2' (рис. 1, а) для стружечного брикета, сформированного из крупной стружки, отметим, что он почти полностью совпадает с аналогичными кривыми трехслойного стружечного брикета. Имеющие место незначительные отличия говорят о том, что первый из них имеет несколько большую проницаемость для пара. В частности, об этом свидетельствует более быстрый прогрев наружного слоя после 100 °С: образующийся в наружных слоях водяной пар легко уходит, не создавая трудностей для нагрева до более высокой температуры. Следующее подтверждение большей проницаемости брикета из крупной стружки – стабилизация температуры внутреннего слоя на более короткое время (18 мин против 22 мин).

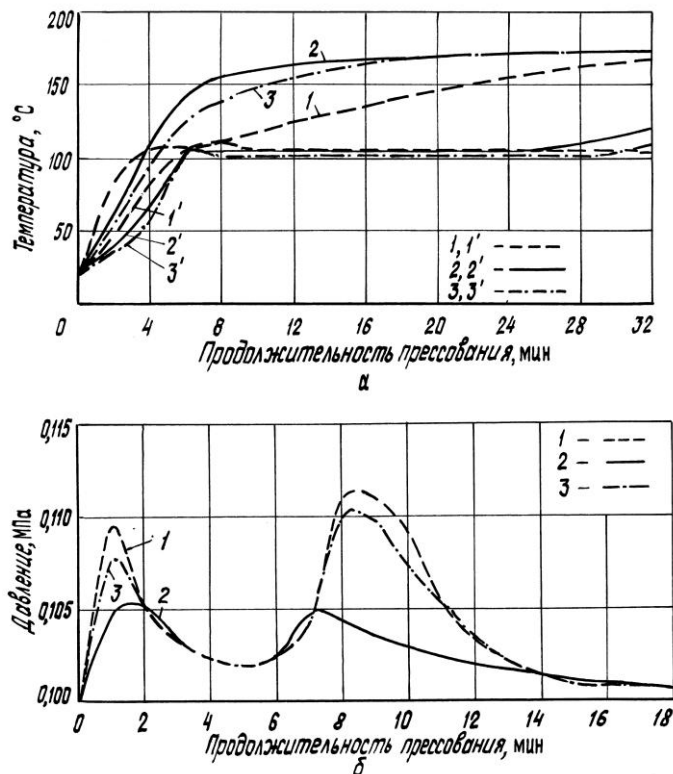


Рис. 1. Влияние размеров стружки на изменение температуры (а) и давления (б) парагазовой смеси внутри стружечного брикета: 1, 2, 3 – наружный слой; 1', 2', 3' – внутренний слой; 1, 1' – мелкая стружка; 2, 2' – крупная стружка; 3, 3' – трехслойный брикет

Выводы, полученные при анализе кривых изменения температуры в процессе прессования, подтверждаются результатами измерения давления парагазовой смеси внутри стружечных брикетов, сформированных с использованием стружки разных размеров (рис. 1, б). Отметим, прежде всего, что все кривые имеют два максимума. Первый является следствием защемления воздуха внутри брикета при смыкании плит пресса, второй объясняется накоплением внутри брикета парагазовой смеси, образующейся при прессовании. Однако высота максимумов неодинаковая. Наибольшее давление развивается в однослойных брикетах, сформированных из мелкой стружки (1-й максимум – 0,109 МПа, 2-й – 0,112 МПа), наименьшее – в брикетах из крупной стружки (соответственно 0,106 и 0,105 МПа). По нашему мнению, это говорит о том, что плотно расположенная мелкая стружка препятствует выходу из брикета парагазовой смеси.

В всех предыдущих опытах плотность стружечного брикета поддерживалась постоянной и составляла $(620 \pm 7) \text{ кг/м}^3$. Однако можно предположить, что этот параметр существенно влияет на изменение температуры и давления внутри брикета во время прессования. Для подтверждения этого, проведен эксперимент, результаты которого представлены на рис. 2. Сопоставляя графические зависимости 1 и 2, отмечаем, что наружные слои более плотного (800 кг/м^2) брикета прогреваются значительно быстрее. Уже через 2 мин после начала прессования их температура достигает $130 \text{ }^\circ\text{C}$, еще через 6 мин – $175 \text{ }^\circ\text{C}$. На этих же временных отметках наружный слой брикета плотностью 620 кг/м^3 разогревался соответственно до температуры 60 и $130 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 2, б).

Значительно большее сходство имеют кривые 1', 2', показывающие изменение температуры внутренних слоев стружечных брикетов разной плотности. В обоих случаях температура $103 \text{ }^\circ\text{C}$ достигается через 6 ... 7 мин после начала прессования и остается постоянной на длительное время. Здесь также имеются два различия. Первое состоит в том, что на временном отрезке от 0 до 8 мин температура внутреннего слоя более плотного брикета возрастает линейно без характерного изгиба на 4-й минуте. Второе отличие – это более длительный промежуток времени, в течение которого температура удерживается на уровне $103 \text{ }^\circ\text{C}$ (брикет плотностью 800 кг/м^3 – 26 мин (с 8-й по 34-ю минуту), плотностью 620 г/м^3 – 22 мин). Объяснение расхождений в ходе кривых 1 и 2, а также 1' и 2', на наш взгляд, заключается в следующем. Более плотный брикет имеет менее развитую капиллярную систему, поэтому процессы парообразования и перемещения пара по брикету протекают с большими затруднениями. Следовательно, прогрев брикета плотностью 800 кг/м^3 происходит в большей степени за счет теплопроводности, в меньшей – за счет молярного переноса пара.

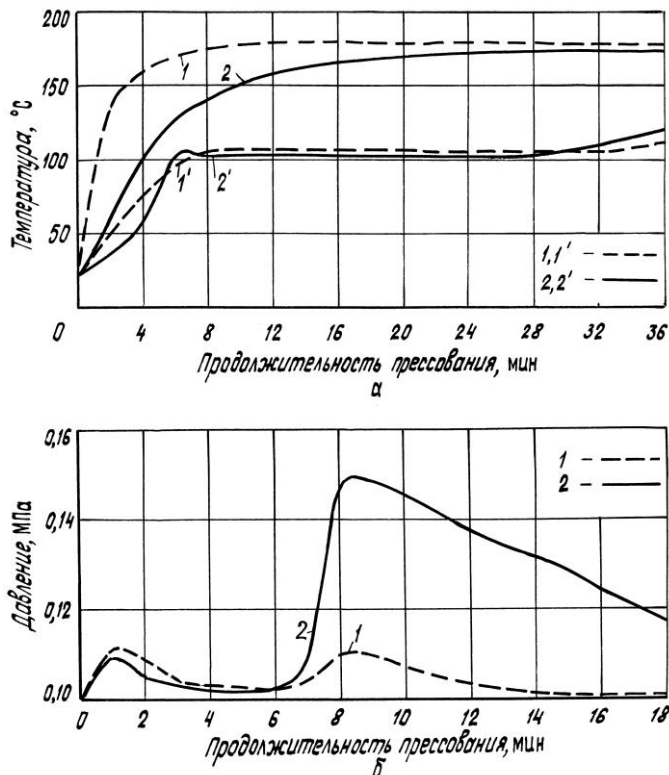


Рис. 2. Влияние плотности на изменение температуры (а) и давления (б) парогазовой смеси внутри стружечного брикета: 1, 2 – наружный слой; 1', 2' – внутренний слой; 1, 1' – плотность 800 кг/м³; 2, 2' – 620 кг/м³

На меньшую подвижность парогазовой смеси в стружечном брикете большей плотности указывают и данные, приведенные на рис. 2, б, где изображено изменение давления внутри брикета плотностью 800 кг/м³ в сравнении с обычным (контрольным) брикетом (плотность 620 кг/м³). В случае более плотного брикета (кривая 1) давление парогазовой смеси на 8-й минуте прессования достигает 0,150 МПа, что почти в 1,5 раза больше, чем в контрольном. Снижается давление в процессе прессования очень медленно. Даже через 18 мин после начала прессования оно остается достаточно высоким – 0,118 МПа. Все это говорит о том, что выход парогазовой смеси из брикета высокой плотности крайне затруднен.

На рис. 3, а показано изменение температуры внутри стружечного брикета из стружки с начальной влажностью 12 % (кривые 2, 2'). Для сравнения проведена запрессовка брикета из стружки влажностью 7 % (кривые 3, 3'). Как видно, повышенная влажность способствует более быстрому прогреву в первые четыре минуты прессования. Сказанное в равной степени относится как к наружному, так и к внутреннему слою. Позже, когда температура наружного слоя достигает 110 °С (4-я минута прессования) и в

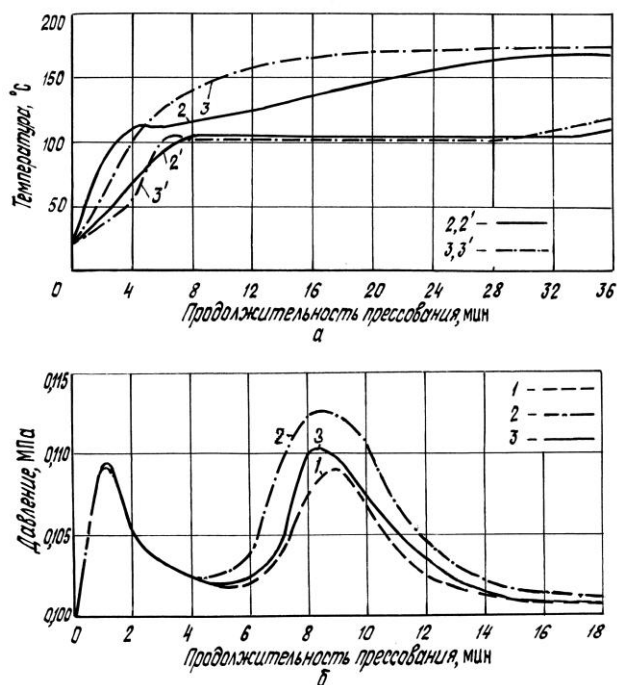


Рис. 3. Изменение температуры (а) и давления (б) парогазовой смеси внутри стружечного брикета при различной начальной влажности стружки: 1 – 2 %; 2, 2' – 12 %; 3, 3' – 7 %; 2, 3 – наружный слой; 2', 3' – внутренний слой

течение двух минут остается постоянной, она снова начинает увеличиваться, но с большим отставанием от температуры наружного слоя брикета из стружки с начальной влажностью 7 %. Изменения температуры внутреннего слоя у брикетов разной влажности после 5-й минуты прессования почти совпадают. Однако на постоянном уровне (103 °С) температура удерживается разное время: при влажности стружки 12 % – 28 мин, 7 % – 22 мин. Такое поведение кривых на рис. 3, а нетрудно объяснить. Вначале повышенная влажность играет положительную роль, увеличивая теплопроводность брикета, что способствует более быстрому его прогреву. Однако после достижения температуры фазового перехода большая часть поступающей тепловой энергии начинает расходоваться на испарение влаги. Скорость прогрева наружного слоя брикета при этом замедляется. Выигрыша в прогреве внутреннего слоя также нет, поскольку имеющегося количества влаги достаточно, чтобы быстро довести его до нужной температуры. Следовательно, для полного удаления влаги из брикета (о чем судили по началу повышения температуры внутреннего слоя) необходимо гораздо больше времени – 35 мин.

Сказанное подтверждают данные рис. 3, б. Анализ графических зависимостей показал, что чем выше начальная влажность используемой стружки, тем более высокое давление достигается внутри стружечного брикета на 8-й–9-й минуте прессования: 2 % – 0,108 МПа, 7 % – 0,111 МПа, 12 % – 0,113 МПа. Соответственно увеличивается время, за которое давление внутри брикета снижается до 0,101 МПа: 14,0; 14,5 и 18,0 мин.

Следовательно, увеличение плотности древесностружечного брикета, а также использование для его формирования мелкой стружки приводит к более плотной компоновке древесных частиц. В результате чего брикет приобретает менее развитую капиллярную структуру. Это приводит к тому, что процессы парообразования и перемещения парогазовой смеси внутри него протекают со значительными трудностями. Время, необходимое для достижения требуемой влажности брикета, а значит, и продолжительность прессования увеличивается. Снижение плотности брикета и формирование его из крупной стружки приводит к обратному результату.

Увеличение начальной влажности стружечного брикета способствует более быстрому его прогреву, однако при этом возрастает влажность его внутреннего слоя. Соответственно увеличивается количество образующейся парогазовой смеси и время, необходимое для ее удаления из брикета.

Белорусский государственный
технологический университет

Поступила 25.01.01

V.V. Tuleiko, V.B. Snopkov

Pressing of Particleboards of Enlarged Thickness. 2. Influence of Technological Factors on Heat- and Masstransfer Processes

It has been established that density increase and initial humidity of particle briquettes, as well as the size of wood particles that form briquettes, provide influence on heat- and masstransfer processes during pressing.

УДК 674.093:658.26

С.П. Агеев

Агеев Сергей Петрович родился в 1957 г., окончил в 1979 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники Архангельского государственного технического университета. Имеет более 40 научных работ в области электроснабжения промышленных предприятий.



РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

На основе применения методов математической теории массового обслуживания рассмотрены принципы формирования групповых графиков нагрузки электрических сетей лесопильного производства, а также определение величины, длительности и частоты появления расчетного максимума этих графиков.

мощность, электрическая сеть, лесопильная рама, система массового обслуживания, вероятность состояния системы обслуживания.

Как известно [5], характер и форма индивидуального графика мощности электроприемника определяется особенностями технологических операций, выполняемых механизмом, который обслуживается этим приемником. Групповой график представляет собой результат суммирования (наложения) графиков мощности отдельных приемников, входящих в данную группу. Однако даже при одинаковых мощностях электроприемников их групповой график может принимать различные очертания в зависимости от ряда факторов. К основным относятся: неполная загрузка некоторых электроприемников; неодновременность, или сдвиг во времени, их работы; случайные моменты включения и отключения и др. Из этого следует, что процесс электропотребления группой электроприемников не является детерминированным, а носит случайный характер. Учет всех технологических факторов, а также оценка их влияния на величину расчетного максимума группового графика возможны на основе применения методов теории вероятностей.

Одним из разделов прикладной математики, использующих методы теории вероятностей и случайных процессов, является математическая теория массового обслуживания [7]. Эта теория позволяет достаточно хорошо представить взаимное наложение индивидуальных графиков потребляемой мощности отдельных приемников.

В настоящей статье рассмотрены принципы формирования групповых графиков $P(t)$ активной мощности электродвигателей лесопильных рам, с помощью которых можно решать следующие задачи:

определение величины, длительности и частоты расчетного максимума группового графика активной мощности;

оценка вероятности, длительности и частоты выбросов и провалов нагрузки относительно заданного уровня.

Полученные данные необходимы для расчета электрической сети лесопильного цеха по условиям нагрева, потерь и колебаний напряжения.

Постановка и решение задачи №1

В работе [1] показано, что графики $p(t)$ активной мощности независимо работающих электродвигателей представляют собой случайную последовательность прямоугольных импульсов различной длительности и высоты, отвечающих периодам распиловки и холостого хода лесопильных рам.

Суммирование n таких графиков приводит к ступенчатому групповому графику мощности $P(t)$, каждая ступень которого значением P_m отвечает некоторому количеству m наложившихся рабочих участков индивидуальных графиков ($0 \leq m \leq n$). При этом для любого индивидуального графика характерна однозначная связь между последовательными его состояниями: каждому периоду холостого хода лесопильной рамы соответствует рабочий период распиловки бревна (бруса) и наоборот. Для группового графика подобная связь становится менее определенной: за уменьшением ординаты графика, вызванного холостым ходом какой-либо лесопильной рамы, не обязательно следует ее увеличение, так как до окончания периода холостого хода этой лесопильной рамы может возникнуть холостой ход и на другой раме, что вызовет дальнейшее уменьшение ординаты группового графика и т. д. При достаточно большом количестве суммируемых графиков (практически уже при $n \geq 4$) указанная связь исчезает. Это обстоятельство подтверждает случайный характер формирования значений ординат группового графика $P(t)$ и их длительности.

В этом случае задача расчета параметров электрических нагрузок заключается в определении характеристик случайного процесса $P(t)$ -совпадения рабочих периодов m лесопильных рам из общего их числа n с последующим определением характеристик случайной величины P_m , отвечающей этому совпадению. При этом будут определены вероятности, длительности и частоты совпадения периодов работы m из n лесопильных рам.

Для решения поставленной задачи рассмотрим один из возможных подходов, основанный на применении математической теории массового обслуживания. В качестве модели, описывающей процесс формирования группового графика $P(t)$ активной мощности электродвигателей лесопильных рам, воспользуемся схемой процесса «гибели и размножения» [4]. В этом случае электрическую сеть можно рассматривать как своеобразную систему массового обслуживания (СМО), способную находиться в различных, с точки зрения потребления электроэнергии, состояниях. Структура СМО такова, что имеется всего n источников заявок на электроэнергию, в качестве которых рассматриваются двигатели лесопильных рам. В этом случае интенсивность потока заявок на обслуживание (потребление электроэнергии) зависит от состояния СМО. Если двигатель данной лесопильной рамы находится на обслуживании (лесопильная рама в процессе распи-

ловки очередного бревна), то он перестает подавать заявки, а после окончания распиловки снова становится источником заявки.

Отсюда следует, что если в данный момент времени распиловка осуществляется на m лесопильных рамах, то электродвигатели остальных $n-m$ лесопильных рам работают в режиме холостого хода и как источники нагрузки на электрическую сеть находятся в числе поступающих. Таким образом, общая интенсивность потока заявок в этом состоянии СМО равна $\lambda(m-n)$, где λ – среднее значение параметра потока включений электродвигателей лесопильных рам.

На лесопильные рамы, находящиеся в процессе распиловки, также действует «поток освобождений» [1]. Если в данный момент времени работает m лесопильных рам, то общая интенсивность «потока освобождений», который стремится перевести лесопильные рамы в режим холостого хода, в этом состоянии СМО равна $m\mu$, где μ – среднее значение параметра «потока освобождений», численно равное технологической производительности лесопильной рамы [1]. Состояние «лесопильная рама работает» означает, что в данный момент времени она занята распиловкой бревна (бруса), а ее электродвигатель находится в состоянии обслуживания со стороны СМО (электрическая сеть). При этом будем считать, что СМО находится в состоянии P_m (по электрической сети передается активная мощность значением P_m), если в данный момент времени работает ровно m лесопильных рам, т. е. произошло совмещение m рабочих периодов индивидуальных графиков электродвигателей рам. Переход системы из состояния P_m в состояние P_{m+1} означает увеличение («рождение») числа работающих лесопильных рам на единицу, а переход из состояния P_m в P_{m-1} – их уменьшение («гибель»).

Таким образом, процесс электропотребления группой двигателей лесопильных рам можно рассматривать как случайный процесс «гибели и размножения» с дискретными состояниями P_0, P_1, \dots, P_n и непрерывным временем. При этом переход из состояния в состояние осуществляется в случайные, а не в фиксированные моменты времени, определяемые началом и окончанием распиловки бревен на лесопильных рамах.

С учетом изложенного, граф возможных состояний такой СМО будет иметь вид, изображенный на рис. 1.

Интенсивности переходов из состояния в состояние задаются следующим образом:

$$\begin{aligned} \lambda_m &= \lambda(m-n); & 0 \leq m \leq n-1; \\ \mu_m &= m\mu; & 1 \leq m \leq n. \end{aligned} \quad (1)$$

Для определения вероятности E_m совмещения любых m рабочих участков индивидуальных графиков мощности (независимо от длительности одного такого совмещения) могут быть использованы формулы, полученные Эрлангом для стационарного режима СМО подобного типа.

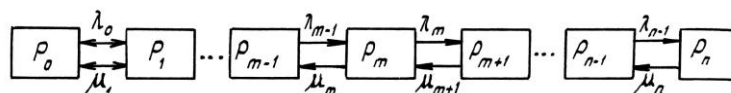


Рис. 1. Граф состояний СМО

Тогда

$$E_m = E_0 \prod_{i=0}^{m-1} \frac{\lambda_i}{\mu_{i+1}}; \quad 0 \leq m \leq n, \quad (2)$$

где E_0 – вероятность совмещения холостых ходов всех n лесопильных рам.

Подставив (1) в (2), получим

$$E_m = E_0 \prod_{i=0}^{m-1} \frac{\lambda(n-i)}{(i+1)\mu} = E_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^m C_n^m, \quad (3)$$

где C_n – биномиальные коэффициенты, определяемые по известным формулам:

$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}.$$

Определяя вероятность E_0 из нормировочного условия

$$\sum_{i=0}^n E_i = 1,$$

будем иметь

$$E_0 = \left[\sum_{m=0}^n \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^m C_n^m \right]^{-1}.$$

или

$$E_0 = (1 + \lambda / \mu)^{-n}.$$

Таким образом,

$$E_m = \frac{(\lambda / \mu)^m C_n^m}{(1 + \lambda / \mu)^n}. \quad (4)$$

В [1] показано, что отношение λ/μ можно трактовать как коэффициент включения k_B , характеризующий среднее относительное время нахождения лесопильной рамы в процессе распиловки в течение индивидуального цикла.

Учитывая это, получаем

$$E_m = C_n^m k_B^m (1 + k_B^m)^{-n}; \quad 0 \leq m \leq n.$$

Нагрев элемента электрической сети (линия, трансформатор) зависит не только от величины нагрузки, но и от длительности её протекания. Для нахождения закона распределения длительности T_m совмещения m рабочих периодов лесопильных рам (нагрузки значением P_m) используем следующий прием [4]: рассмотрим некоторую подсистему, состояния которой изображены на рис. 2:

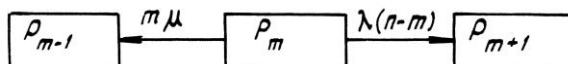


Рис. 2. Граф подсистемы с двумя поглощающими состояниями

Эта подсистема имеет, кроме исследуемого состояния P_m , еще два смежных с ним состояния, в которые она может только уходить, но из которых она не может возвращаться (по терминологии [4] – это «поглощающие» состояния). Этой подсистеме соответствует следующая система дифференциальных уравнений [4]:

$$\begin{aligned}\frac{dE_{m-1}(t)}{dt} &= m\mu E_m(t); \\ \frac{dE_m(t)}{dt} &= -(m\mu + \lambda(n-m))E_m(t); \\ \frac{dE_{m+1}(t)}{dt} &= \lambda(n-m)E_m(t).\end{aligned}\quad (5)$$

Так как в начальный момент времени $t = 0$ подсистема находилась в состоянии P_m , то интегрировать уравнения (5) необходимо при начальных условиях

$$E_m(0) = 1; E_{m-1}(0) = E_{m+1}(0) = 0. \quad (6)$$

Найдем функцию распределения $F_m(t)$ случайной величины T_m . Она равна вероятности того, что это время будет меньше t , т. е. к моменту времени t произойдет совмещение $(m+1)$ или $(m-1)$ рабочих периодов лесопильных рам.

Следовательно,

$$F_m(t) = E(T_m < t) = E_{m-1}(t) + E_{m+1}(t); \quad t > 0.$$

Так как производная $F'_m(t)$ существует, то плотность распределения непрерывной случайной величины T_m

$$f_m(t) = F'_m(t) = \frac{dE_{m-1}(t)}{dt} + \frac{dE_{m+1}(t)}{dt}.$$

Воспользовавшись системой уравнений (5), получим

$$f_m(t) = [m\mu + \lambda(n-m)] E_m(t).$$

Для нахождения вероятности $E_m(t)$ того, что к моменту времени t система будет находиться в состоянии P_m , воспользуемся вторым уравнением из (5), решение которого может быть найдено любым методом. Тогда, с учетом начальных условий (6), будем иметь

$$E_m(t) = e^{-[m\mu + \lambda(n-m)]t}.$$

Таким образом, случайная величина T_m имеет показательное распределение

$$f_m(t) = [m\mu + \lambda(n-m)] e^{-[m\mu + \lambda(n-m)]t}.$$

Зная плотность распределения случайной величины T_m , можно определить ее числовые характеристики:

математическое ожидание

$$MT_m = \frac{1}{m\mu + \lambda(n-m)} = \frac{k_B}{\lambda[\mu + k_B(n-m)]}; \quad (7)$$

дисперсию

$$DT_m = \frac{k_B^2}{\lambda^2[\mu + k_B(n-m)]^2}.$$

Определим интервал $T_{B\max}$ (время возвращения в максимум) времени между двумя последовательными наступлениями максимумов P_n на групповом графике $P(t)$. Он равен длине промежутка времени, протекающего от момента перехода СМО из состояния P_n в состояние P_{n-1} до следующего момента возвращения системы в состояние P_n . Для этого состояние P_n необходимо рассматривать как поглощающее, т. е. положить $\mu_n = 0$. При этом, как показано в [4], возвращение в состояние P_n из любого другого состояния происходит с вероятностью единица. Систему дифференциальных уравнений в этом случае необходимо решать при начальных условиях

$$E_{n-1}(0) = 1; \quad E_i(0) = 0; \quad i \neq n-1.$$

Функция распределения времени $T_{B\max}$ определяется из равенства

$$F_B(t) = E(T_{B\max} < t) = E_n(t),$$

где вероятность $E_n(t)$ находят из решения системы дифференциальных уравнений, соответствующей условию $\mu_n = 0$. Тогда плотность распределения времени между последовательными наступлениями максимумов на графике нагрузки $P(t)$

$$f_B(t) = F'_B(t) = \frac{d}{dt} E_n(t) = \lambda E_{n-1}(t).$$

Среднее время $\bar{T}_{B\max}$ между двумя последовательными наступлениями максимумов находим на основании эргодического свойства: вероятность E_n наступления максимума P_n равна отношению средней длительности \bar{T}_n максимума к сумме средних длительностей максимума \bar{T}_n и интервала $T_{B\max}$ между наступлениями максимумов, т. е.

$$E_n = \frac{\bar{T}_n}{\bar{T}_n + \bar{T}_{B\max}};$$

Откуда

$$\bar{T}_{B\max} = \bar{T}_n \frac{1 - E_n}{E_n} = \frac{1}{n\mu} \left(\frac{1}{E_n} - 1 \right).$$

Постановка и решение задачи № 2

Выбросом нагрузки $P(t)$ за уровень P_y называется превышение нагрузкой этого уровня; соответственно нахождение нагрузки $P(t)$ ниже этого уровня – провалом нагрузки. Поставим следующую задачу: оценить вероятность, длительность и частоту выбросов и провалов графика $P(t)$ относительно заданного уровня P_y .

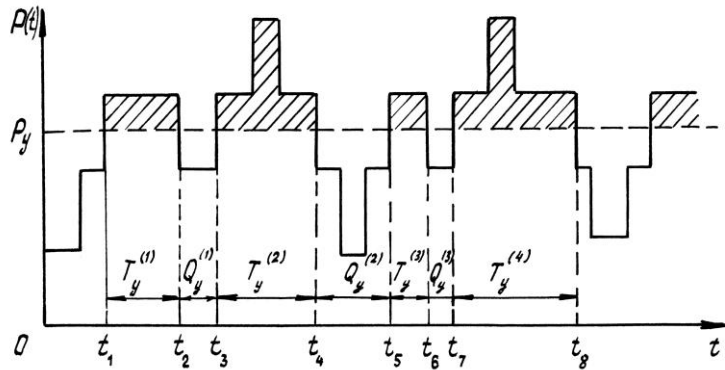


Рис. 3. График суммарной активной мощности двигателей лесопильных рам

На рис. 3 изображена одна из возможных реализаций суммарного графика $P(t)$ активной мощности.

В случайный момент времени t_1 произошло первое пересечение графиком $P(t)$ уровня P_y снизу вверх – выброс. График $P(t)$ превышал уровень P_y в течение случайного времени $T_y^{(1)}$, после чего в случайный момент времени t_2 он пересек уровень P_y сверху вниз – провал. Далее график не превышал уровня P_y в течении случайного времени $Q_y^{(1)}$, после чего в случайный момент времени t_3 он вновь пересек уровень P_y снизу вверх и находился выше этого уровня в течении случайного времени $T_y^{(2)}$ и т. д. Очевидно, что в установившемся режиме поточных линий случайные величины $T_y^{(1)}, T_y^{(2)}, T_y^{(3)}, \dots$ будут независимы и распределены одинаково.

Для нахождения распределения случайной величины T_y воспользуемся приемом, изложенным в [4]. При этом закон распределения времени $T_{ум}$, в течение которого график $P(t)$ превышал уровень P_m (т.е. СМО находилась в состояниях $P_{m+1}, P_{m+2}, \dots, P_n$, не зависит от того, какой конкретный вид имеет граф состояний этой СМО слева от состояния P_m (см. рис. 1)). Поэтому нахождение закона распределения времени $T_{ум}$ эквивалентно отысканию закона распределения времени блуждания системы по состояниям $P_{m+1}, P_{m+2}, \dots, P_n$ до первого выхода в состояние P_m , если в начальный момент времени СМО была в состоянии P_{m+1} . Для отыскания этого закона сделаем состояние P_m поглощающим, в которое СМО может только уходить, но из которого она не может возвращаться. Этому условию будет соответствовать граф состояний, показанный на рис. 4.

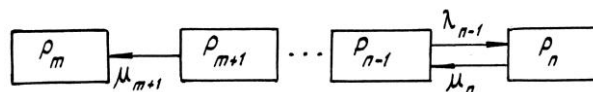


Рис. 4. Граф состояний СМО с одним поглощающим состоянием

Плотность распределения случайной величины T_{ym} определяется по формуле

$$f_{ym}(t) = (m + 1) \mu E_{m+1}(t),$$

в которой вероятность $E_{m+1}(t)$ находят в результате решения системы дифференциальных уравнений, соответствующих графу состояний (рис. 4), интегрируемых при начальных условиях

$$E_{m+1}(0)=1; \quad E_j(0) = 0 \quad \text{при } j \neq m+1.$$

Учитывая, что в установившемся режиме работы поточных линий интенсивности λ и μ неизменны, то для нахождения математического ожидания случайной величины T_{ym} нет необходимости решать систему дифференциальных уравнений, а можно воспользоваться только определением вероятности E_m нахождения СМО в состоянии P_m . Для этого рассмотрим граф состояний СМО, изображенный на рис. 5.



Рис. 5. Граф состояний СМО для нахождения математического ожидания времени пребывания графика $P(t)$ выше уровня P_m

Вероятности состояний СМО с таким графом в установившемся режиме имеют вид

$$E_k = E_m \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^{k-m} \frac{C_{n-m}^{k-m}}{C_k^m}; \quad k = m, m+1, \dots, n, \tag{9}$$

где

$$E_m = 1 / \sum_{k=m}^n \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^{k-m} \frac{C_{n-m}^{k-m}}{C_k^m}. \tag{10}$$

Для СМО с графом, приведенным на рис. 5, математическое ожидание времени пребывания в состоянии P_m

$$\bar{T}_m = \frac{1}{\lambda_m} = \frac{1}{\lambda(n-m)},$$

так как в этом случае величина T_m имеет показательное распределение с параметром $\lambda(n - m)$. Тогда на основании эргодического свойства процесса электропотребления получим

$$E_m = \frac{\bar{T}_m}{\bar{T}_m + \bar{T}_{ym}},$$

откуда математическое ожидание случайной величины T_{ym}

$$\bar{T}_{ym} = \bar{T}_m \frac{1 - E_m}{E_m}.$$

Вероятность выброса графика $P(t)$ за уровень P_m равна вероятности попадания СМО в состояние P_{m+1} , если до этого она находилась в состоянии P_m , т. е.

$$E_{m+1} = E_m \frac{\lambda C_{n-m}^{m+1}}{\mu C_k^m}.$$

Пример расчета

Для определения потерь и колебаний напряжения в питающей сети требуется найти величину, длительность и частоту пика нагрузки от восьми лесопильных рам модели 2Р100-Г четырех поточных линий лесопильного цеха. Поточные линии осуществляют распиловку сырья с брусковкой: через рамы первого ряда пропускаются бревна, через рамы второго ряда – брусья, полученные из бревен на лесопильных рамах первого ряда.

Для каждой лесопильной рамы известны показатели, характеризующие режим ее работы:

номинальная активная мощность $P_{ном}$ электродвигателя главного привода;

коэффициенты загрузки этих двигателей в процессе распиловки бревен (брусьев);

средняя длительность распиловки одного бревна (бруса);

длительность холостого хода (межторцевого разрыва);

средняя длина распиливаемых бревен (брусьев).

Длительность распиловки бревна (бруса) определяют из выражения

$$\bar{t}_p = \frac{60\,000L}{\Delta_p n k_x},$$

где L – средняя длина распиливаемых бревен (брусьев), м;

Δ_p – расчетная посылка на лесопильных рамах, мм;

n – частота вращения коленчатого вала лесопильной рамы, об/мин;

k_x – коэффициент хода пильной рамки $k_x = H/600$;

H – ход пильной рамки, мм.

Величину посылки определяют по специальным таблицам [6]. Длительность межторцевого разрыва для двухэтажных рам $t_x = 1,9$ с.

Рассматривая электрическую сеть как систему массового обслуживания, а электродвигатели лесопильных рам как источники заявок на обслуживание, необходимо определить значения параметров λ и μ , которые характеризуют в совокупности потоки обслуживания и освобождений, действующие на лесопильные рамы. Тогда, согласно [1], получим

$$\lambda = \frac{1}{\bar{t}_p + \bar{t}_x}; \quad \mu = \frac{1}{\bar{t}_p},$$

где \bar{t}_p – среднее время обслуживания каждого из восьми двигателей лесопильных рам в режиме нагрузки, равное среднему времени распиловки одного бревна (бруса), с.

В течение времени $T_{см}$ рабочей смены лесопильные рамы не только выпускают продукцию, но и периодически простаивают [2]. Ввиду чередования периодов включения и явных простоев, имеющих разную длительность и частоту повторяемости, лесопильная рама находится во включенном состоянии в общей сложности лишь время $T_{вкл}$, а остальное время $T_{в.п}$ – простаивает (внецикловые потери времени). Тогда

$$T_{см} = T_{вкл} + T_{в.п}.$$

Однако и во включенном состоянии лесопильная рама лишь часть времени, равную T_p , тратит на совершение полезной работы:

$$T_p = t_{p1} + t_{p2} + \dots + t_{pi} + \dots,$$

где t_{pi} – время распиловки i -го бревна (бруса).

Остальная часть времени теряется на скрытые простои (цикловые потери времени $T_{ц.п}$), т. е.

$$T_{вкл} = T_p + T_{ц.п}.$$

Соотношение указанных интервалов времени показано на рис. 6.

Тогда средняя для всех лесопильных рам длительность распиловки одного бревна (бруса) определяется по выражению

$$\bar{t}_p = \frac{\sum_{i=0}^n T_{pi}}{\sum_{i=0}^n z_i}, \quad (11)$$

где T_{pi} – суммарное время полезной работы i -й лесопильной рамы в течение ее машинного времени $T_{вкл}$;

z_i – количество бревен (брусьев), распиленных на i -й лесопильной раме, в течение времени T_{pi} .

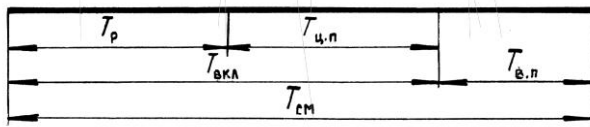


Рис. 6. Интервалы времени, характеризующие работу лесопильной рамы в течение рабочей смены

Учитывая, что

$$z_i = \lambda_i T_{\text{вкл}i};$$

$$T_{pi} = \sum_{j=1}^{z_i} t_{pij},$$

получаем

$$\bar{t}_p = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i T_{\text{вкл}i} \sum_{j=1}^{z_i} t_{pij}}{\sum_{i=1}^n \lambda_i T_{\text{вкл}i}}, \quad (12)$$

где t_{pij} – длительность распиловки i -го бревна (бруса) на j -й лесопильной раме.

Анализируя режим работы нагрузки электрической сети с точки зрения наибольших нагрева и потери напряжения в ней, можно рассматривать работу лесопильных рам не на протяжении всей рабочей смены, а лишь на интервале времени $T_{\text{вкл}} = 3T_0$ (где T_0 – постоянная времени нагрева проводника питающей сети, мин) и при условии, что на этом промежутке времени все лесопильные рамы будут находиться во включенном состоянии. В этом случае формула (12) приобретает вид

$$\bar{t}_p = \frac{\sum_{i=1}^n k_{Bj} \sum_{i=1}^n \lambda_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}$$

или

$$\bar{t}_p = \sum_{i=0}^n \frac{\bar{t}_{pi}}{\bar{t}_{pi} + \bar{t}_{xi}} \Big/ \sum_{i=1}^n \frac{1}{\bar{t}_{pi} + \bar{t}_{xi}},$$

где k_{Bi} – коэффициент включения в работу электродвигателя i -й лесопильной рамы.

Результаты вычислений по формуле (11) средних длительностей распиловки бревен (для лесопильных рам первого ряда) и брусьев (для рам второго ряда) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер технологического потока	Средняя длина распиливаемого сырья, м	Средняя длительность распиловки сырья, с, на лесопильной раме	
		1-го ряда	2-го ряда
1	4	27,40	21,08
2	5	34,27	26,35
3	6	41,10	31,62
4	7	47,95	36,86

Примечание. Длительность межторцевого разрыва составила 1,9 с.

Таблица 2

Число совмещенных рабочих периодов	Суммарная потребляемая мощность, кВт	Вероятность совмещения	Средняя длительность совмещения, с
0	128	0,005	4,18
1	224	0,037	4,15
2	320	0,123	4,12
3	416	0,231	4,08
4	512	0,273	4,05
5	608	0,205	4,02
6	704	0,097	3,99
7	800	0,026	3,97
8	896	0,003	3,94

В этом случае искомые параметры $\mu = 3,17 \cdot 10^{-2} \text{с}^{-1}$; $\lambda = 3,00 \cdot 10^{-2} \text{с}^{-1}$.

Близость значений этих параметров объясняется тем, что в данном расчете длительность межторцевого разрыва составляет около 6 % от средней длительности распиловки одного бревна (бруса).

Определим средние значения потребляемой двигателем активной мощности в режиме распиловки P_p и холостого хода P_x :

$$P_p = k_{з,р} P_{\text{ном}}; \quad P_x = k_{з,х} P_{\text{ном}},$$

где P_p, P_x – средняя активная мощность, потребляемая двигателем главного привода лесопильной рамы в режиме распиловки и холостого хода, кВт;

$k_{з,р}, k_{з,х}$ – коэффициент загрузки двигателя в режиме распиловки и холостого хода;

$P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность двигателя, кВт.

Как показали экспериментальные исследования, проведенные на одном из лесопильно-деревообрабатывающих предприятий г. Архангельска, средние значения коэффициентов загрузки двигателей в режиме распиловки и холостого хода соответственно составляют 0,7 и 0,1. Тогда в нашем примере активные мощности, потребляемые двигателем, составят

$$P_p = 0,7 \cdot 160 = 112 \text{ кВт}; \quad P_x = 0,1 \cdot 160 = 16 \text{ кВт}.$$

Вычислим по (4) вероятности совмещения рабочих периодов всех восьми лесопильных рам, а также потребляемую при этом суммарную активную мощность. Результаты расчета приведены в табл. 2, где указаны также средние значения длительностей протекания этих мощностей.

Среднее время $\bar{T}_{\text{Вmax}}$ между наступлениями двух смежных максимумов ($P_{\text{max}} = 896 \text{ кВт}$) на графике $P(t)$, вычисленное по формуле (8), составит 1310 с. Тогда частота наступления максимумов

$$\nu_8 = \frac{1}{\bar{T}_{\text{Вmax}} + T_8} = 7,61 \cdot 10^{-4} \text{ с},$$

т.е. расчетный пик нагрузки будет иметь место в среднем один раз в 22 мин.

Выводы

1. Показано, что процесс формирования графика суммарной мощности электродвигателей лесопильных рам носит случайный характер и может быть математически описан как случайный процесс «гибели и размножения» с дискретными значениями и непрерывным временем.

2. Применение математической теории массового обслуживания позволило определить вероятности и длительности всех ступеней суммарного графика, а также частоту появления расчетного максимума нагрузки.

3. Получены расчетные формулы, позволяющие оценить вероятность, длительность и частоту выбросов и провалов графика мощности относительно заданного уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агеев С.П.* К анализу электропотребления рамных лесопильных потоков // Повышение эффективности энергетических систем и оборудования: Сб. науч. тр. / АГТУ. – 2001. – С 17–23.

2. *Калитеевский Р.Е.* Автоматизация производственных процессов в лесопилении. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 336 с.

3. *Клейнрок Л.* Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

4. *Овчаров Л.А.* Прикладные задачи теории массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1969. – 342 с.

5. Основы построения промышленных электрических сетей / Г.М. Каялов, А.Э. Каждан, И.Н. Ковалев, Э. Г. Куренный. – М.: Энергия, 1978. – 352 с.

6. Справочник по лесопилению / Под ред. А.М. Копейкина. – М.: Экология, 1991. – 496 с.

7. *Хинчин А.Я.* Работы по математической теории массового обслуживания. – М.: Физматгиз, 1963. – 236 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 16.05.01

S.P. Ageev

Calculation of the Electric Networks Load for Sawmill Production

Based on applying the methods of mathematical theory of mass service the principles of forming group diagrams of the electric network load for sawmill production are analyzed, as well as determining the values duration and frequency of designed maximum of these diagrams.

УДК 674-413

Л.С. Суровцева, М.М. Царева

Суровцева Любовь Савватьевна родилась в 1944 г., окончила в 1966 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры лесопильно-строгальных производств Архангельского государственного технического университета. Имеет более 70 научных трудов в области комплексного рационального использования древесины, совершенствования технологических процессов лесопильно-деревообрабатывающих производств.



НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ ТОРЦОВКИ ТОНКИХ ДОСОК

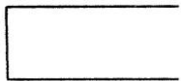
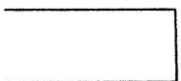
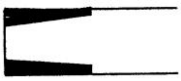





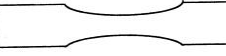
В процессе исследований установлено, что на лесопильных предприятиях г. Архангельска 74 ... 93 % тонких сырых досок не требуют предварительной торцовки.

торцовка предварительная, тонкие доски, одноразовая торцовка досок.

Одной из важнейших задач по повышению эффективности работы лесопильно-деревообрабатывающих предприятий является увеличение прибыли за счет повышения выхода пиломатериалов без изменения объема распиливаемого сырья при сокращении трудо- и энергозатрат на производство пилопродукции. По существующей в настоящее время технологии все тонкие доски два раза проходят технологическую операцию – торцовку. После раскроя бревен все тонкие сырые доски поступают на участок предварительной торцовки, где удаляют явные пороки древесины (гниль) и дефекты обработки (острые концы досок – обзол). После сушки, в основном камерной, тонкие пиломатериалы подают на окончательную обработку, где устанавливают их сорт, вырезают пороки, дефекты обработки и формируют стандартную длину.

Анализ работы лесопильных предприятий г. Архангельска показал наличие резервов повышения прибыли за счет снижения затрат при производстве тонких пиломатериалов. В связи с этим нами были проведены исследования по определению целесообразности предварительной торцовки тонких сырых досок и обоснованию возможности перехода на их одноразовую торцовку после сушки. Для этого была исследована форма торцов тонких сырых досок, получаемых после раскроя бревен и брусьев, и определено количество досок, которым требуется предварительная торцовка. Обобщенные экспериментальные данные для ОАО «Лесозавод № 3», ОАО ЛДК № 3 и ОАО «Соломбальский ЛДК» приведены в табл. 1.

Таблица 1
 Распределение (%) тонких сырых досок по форме торцов на предприятиях г. Архангельска

Эскиз	Вершинный торец			Эскиз	Комлевой торец		
	Лесозавод № 3	ЛДК № 3	СЛДК		Лесозавод № 3	ЛДК № 3	СЛДК
	45,5	35,2	41,0		48,5	90,7	59,3
	36,0	23,1	33,0		42,4	8,0	20,4
	11,1	13,9	9,6		3,3	1,3	15,4
	6,9	27,5	16,0		5,8	–	4,9
	0,5	0,3	0,4				

Анализ показал, что на форму торцов тонких досок значительное влияние оказывают диаметр и форма (особенно кривизна) распиливаемых бревен, используемый постав, соответствие постава и диаметра бревна. Поэтому при предварительной торцовке тонких досок основным дефектом является обзол, который необходимо удалить при торцовке. Досок с гнилью не зафиксировано.

Эксперименты показали, что без обзола с вершинного торца выпиливают от 35,2 до 45,5 %, с комлевого – от 48,5 до 90,7 % тонких сырых досок. Доски с частичным обзолом, имеющим наружную пласт в вершинном торце, составили от 23,1 до 36,0 %, в комлевом торце – от 8 до 42,4 %. Следовательно, 60 ... 80 % тонких сырых досок не требуют предварительной обрезки с вершинного торца, 80 ... 99 % – с комлевого торца, т.е. их можно торцевать один раз после сушки. Доски без наличия наружной пласти в вершинном торце составляют 9,6 ... 13,9 %, в комлевом – 1,3 ... 15,4 %.

При предварительной торцовке оставляют отрезок 0,3 м (иногда и более) от доски с обзолом, который удаляется при окончательной торцовке. Поэтому доски, не имеющие наружной пласти, практически не торцуют в сыром виде. Доски с острым обзолом в вершинных торцах (без внутренней и наружной пластей) составляют 6,9 ... 27,5 %, в комлевых торцах – 4,9 ... 5,8 %. В период наблюдений на ЛДК № 3 не зафиксировано досок без сформированных пластей в комлевом торце.

Также были проведены наблюдения за формой торцов тонких досок после их предварительной торцовки на триммере, установленном на сортировочном устройстве фирмы «Валмет» (табл. 2).

После торцовки досок удалили все острые комлевые торцы, однако 1,9 % досок имели острые концы в вершинном торце. Доски с обзолом и без наличия наружной пласти остались, только изменилось их процентное соотношение. С вершинного торца не подвергали торцовке 54,6 % досок, с

Таблица 2

**Распределение тонких сырых досок по форме торцов
после предварительной торцовки**

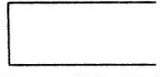
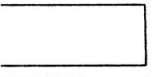
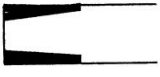






Вершинный торец		Комлевой торец	
Эскиз	Количество, %	Эскиз	Количество, %
	54,6		78,8
	31,3		3,2
-	-		13,1
	12,2		4,9
	1,9		-

Таблица 3

Распределение (%) тонких сырых досок с обработкой комлевых торцов

Предприятие	Доски без предварительной торцовки	Удаляемые комлевые отрезки длиной, м			
		0,15	0,30	0,60	0,90
Лесозавод № 3	86,7	7,2	3,6	1,5	1,0
СЛДК	45,6	26,1	19,9	7,3	1,1

комлевого – 78,8 %. Не полностью удаленные дефекты обработки после предварительной торцовки тонких сырых досок обусловлены конструкцией триммерного узла, на котором с вершинного торца невозможно отрезать более 1,50 или 3,00 м, а с комлевого торца – более 0,90 м.

В табл. 3 приведены данные торцовки комлевых торцов досок.

Исследования показали, что на лесозаводе № 3 для комлевых торцов досок не требуется предварительной торцовки, так как 86,7 % досок прошли операцию зачистки торцов. Из-за формы бревна 2,5 % торцов опиливали на 0,60 ... 0,90 м, из-за обзола и неровностей торцов у 11,0 % досок отрезали 0,15 ... 0,30 м.

На СЛДК зачистку торцов не производят. Без торцовки проходят 45,6 % досок. На 0,15 ... 0,30 м отторцовывается 45,6 % досок, но такая торцовка не целесообразна, так как на некоторых из них остается участок длиной 0,30 м и более, который удаляется при окончательной торцовке. От решения оператора зависит: оставить доску без предварительной торцовки или удалить комлевой отрезок длиной 0,15 ... 0,30 м, особенно, у досок с обзолом, которые имеют обе пласти в вершинном торце. Отрезки длиной 0,60 м составляют 7,3 %, длиной 0,90 м – 1,1 %.

Анализ организации работ по торцовке тонких сырых досок на некоторых лесопильных предприятиях показал, что 74 ... 93 % досок не требуют предварительной торцовки. Следовательно, предприятия имеют возможность сократить затраты на обработку тонких досок и повысить их выход за счет внедрения одноразовой торцовки после сушки.

На ряде предприятий предварительную торцовку тонких досок осуществляют на проходных торцовочных установках ЦТЗ-2М, где доски для торцовки устанавливаются оператором вручную или на торцовочном узле-триммере, расположенном на сортировочном устройстве фирмы «Валмет», где место реза устанавливается по команде оператора автоматически с помощью упоров и опускания соответствующей пилы триммера.

Изучение работы торцовочных устройств показало, что при ручной установке досок операторы часто обрезают обзол менее 0,30 м. При условии камерной сушки такие отрезки эффективно оставлять в сыром пиломатериале, что даст возможность повысить выход досок с учетом возможных дефектов сушки и одноразовой торцовки тонких досок. При автоматической торцовке потери древесины возникают из-за конструктивных особенностей установок. Конструкция упоров позволяет доску с комля

Таблица 4

Условный раскрой тонких сырых досок*

Предмет обработки	Длина доски до раскроя, м	Длина отрезка торца, м						Длина доски, м					
		вершинного			комлевого			после раскроя			стандартная		
		Ручная обрезка	Автоматическая	Потери	Ручная обрезка	Автоматическая	Потери	Ручная обрезка	Автоматическая	Потери	Ручная обрезка	Автоматическая	Потери
ЛДК № 3													
Бревно	4,65	0,66	0,80	0,14	0,43	0,52	0,09	3,56	3,33	0,23	3,43	3,18	0,36
	5,20	0,51	0,68	0,17	0,65	0,78	0,12	4,16	3,89	0,29	4,03	3,73	0,36
Брус	4,72	0,77	0,93	0,17	0,51	0,61	0,10	3,46	3,19	0,27	3,31	3,04	0,34
	5,34	0,30	0,50	0,21	0,48	0,59	0,17	4,63	4,36	0,28	4,50	3,80	0,36
Среднее значение**	<u>4,98</u>	<u>0,56</u>	<u>0,73</u>	<u>0,17</u>	<u>0,52</u>	<u>0,63</u>	<u>0,12</u>	<u>3,95</u>	<u>3,69</u>	<u>0,27</u>	<u>3,82</u>	<u>3,44</u>	<u>0,35</u>
	–	11,2	14,7	3,4	10,4	12,6	2,4	79,3	74,1	5,4	76,7	69,1	7,0
Лесозавод № 3													
Бревно	4,46	0,8	0,93	0,16	0,4	0,53	0,12	3,29	3,01	0,28	3,23	2,86	0,38
	5,20	0,84	0,98	0,19	0,49	0,68	0,11	3,87	3,65	0,23	3,64	3,49	0,39
Брус	4,88	0,62	0,73	0,17	0,19	0,27	0,10	4,08	3,5	0,18	4,0	3,75	0,33
	4,48	0,5	0,68	0,17	0,35	0,47	0,14	3,63	3,34	0,30	3,49	3,23	0,38
	4,71	0,74	0,86	0,19	0,26	0,35	0,10	3,72	3,50	0,29	3,83	3,30	0,33
Среднее значение**	<u>4,78</u>	<u>0,64</u>	<u>0,78</u>	<u>0,18</u>	<u>0,31</u>	<u>0,42</u>	<u>0,11</u>	<u>3,85</u>	<u>3,53</u>	<u>0,26</u>	<u>3,76</u>	<u>3,46</u>	<u>0,36</u>
	–	13,4	16,30	3,8	6,4	8,8	2,3	80,5	73,8	5,4	78,7	72,4	7,5

* Толщина 22 мм

** В числителе приведены средние значения в метрах, в знаменателе – в процентах.

торцевать на 0,05; 0,15; 0,30; 0,60 и 0,90 м, с вершинного торца – с градацией по 0,30 м, но не более 1,50 или 3,00 м. Следовательно, вместе с дефектными отрезками на автоматических торцовочных устройствах удаляются и бездефектные отрезки.

Для определения потерь древесины при ручном и автоматическом режиме торцовки был проведен условный раскрой тонких сырых досок (табл. 4). Контролеры качества пиломатериалов наносили метки для поперечного раскроя досок с вершинного и комлевого торцов. Нами замерялась длина каждой доски до раскроя и отрезков с вершинного и комлевого торцов при ручной и автоматической установке досок для торцовки. После условного раскроя фиксировали фактическую длину доски и округляли ее до стандартной по ГОСТ 26002–83Э; определяли потери древесины при торцовке досок в ручном и автоматическом режимах.

Исследования показали, что средняя длина удаляемого отрезка при автоматической установке (по сравнению с ручной) с вершинного торца больше на 0,14 ... 0,21 м, что составляет 3,4 ... 3,8 % потерь древесины от средней длины досок в партии. Для комлевого торца эти показатели соответственно равны 0,09 ... 0,17 м и 2,3 ... 2,4 %.

При формировании длины пиломатериалов на автоматических торцовочных установках каждая доска укорачивается на одну градацию, равную 0,30 м. Стандартная длина доски в среднем становится меньше на 0,36 м. Потери древесины за счет удаления бездефектных отрезков в среднем составляют 7,0 ... 7,5 % от объема тонких досок.

Исследования показали целесообразность внедрения одноразовой торцовки тонких досок после сушки с выборочной торцовкой тонких сырых досок, которые имеют величину обзола 0,50 ... 0,90 м с комлевого торца и 0,60 ... 1,50 м с вершинного торца. Объем досок для выборочной торцовки составляет не более 5,0 ... 9,0 %, их можно отсортировать и предварительно отторцевать на простейших по конструкции и имеющих меньшую энергоемкость торцовочных устройствах.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 31.01.01

L.S. Surovtseva, M.M. Tsareva

New in Technology of Trimming Thin Boards

In the process of research done at the sawmills of Arkhangelsk it is established that 74... 93% of thin raw boards do not require preliminary trimming.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 661.728.2

Ф.Х. Хакимова, Т.Н. Ковтун, О.А. Носкова

Хакимова Фирдавес Харисовна родилась в 1938 г., окончила в 1965 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Пермского государственного технического университета. Имеет более 140 научных трудов в области теории и технологии целлюлозы.



ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПОРОШКА ИЗ ХЛОПКОВОЙ И ДРЕВЕСНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Приведена принципиальная технологическая схема получения целлюлозного порошка из хлопковой и древесной целлюлозы, оптимизированы условия гидролиза целлюлозы соляной и азотной кислотами, исследованы процессы ее промывки и сушки, определены основные физико-химические свойства порошковой целлюлозы и характеристики сточных вод.

порошковая целлюлоза, кислотный гетерогенный гидролиз, промывка и сушка целлюлозы, сточные воды.

Порошковая целлюлоза – продукт, получаемый деструкцией волокнистого сырья, – обладает свойствами, несколько отличными от волокнистой целлюлозы. Эти свойства целлюлозного порошка интересуют в последние годы специалистов различных отраслей промышленности, работающих как над созданием новых производств, так и над совершенствованием имеющихся технологий. Спрос на данный вид продукта в последние годы постоянно возрастает.

Наиболее распространенным способом получения порошковой целлюлозы является кислотный гетерогенный гидролиз.

Наши исследования были направлены на разработку технологии получения порошковой целлюлозы, ориентированной на использование в пищевой, фармацевтической, медицинской промышленности.

В качестве исходного сырья были выбраны хлопковая целлюлоза и древесная вискозная целлюлоза. Порошковую целлюлозу получали методом кислотного гетерогенного гидролиза по схеме, включающей приготовление гидролизующего раствора, гидролиз целлюлозы, промывку, сушку, диспергирование и сортирование полученного целлюлозного порошка (рис. 1). В качестве деструктирующих агентов были выбраны водные растворы соляной и азотной кислот.

С целью получить целлюлозный порошок требуемого качества (степень полимеризации порошковой целлюлозы не более 250 и максимальный выход) при рациональных и экономичных режимах была проведена оптимизация условий гидролиза волокнистой целлюлозы. Определение оптимальных условий гидролиза осуществляли с помощью математического планирования эксперимента по трехфакторному плану Бокса. Входные параметры плана: температура x_1 и продолжительность x_2 гидролиза, концентрация деструктурирующего агента x_3 . Постоянными во всех точках эксперимента были: гидромодуль (15 : 1), условия промывки, сушки, размола и сортирования. Исходные данные для планирования экспериментов представлены в табл. 1.

В качестве выходных параметров выбраны: выход $y_в$, степень полимеризации $y_{с.п}$ и белизна $y_б$ порошковой целлюлозы.

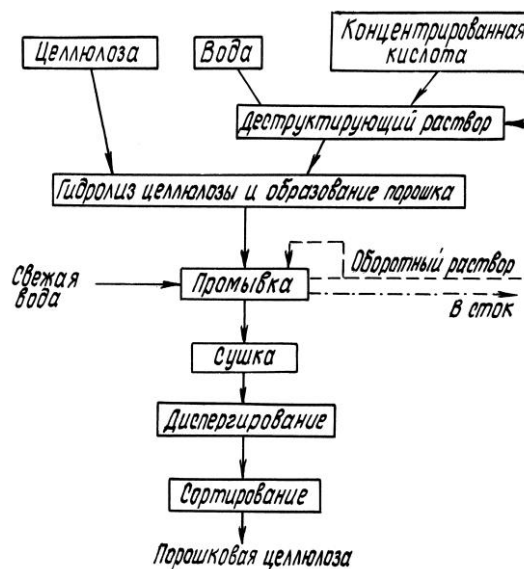


Рис.1. Принципиальная схема получения порошковой целлюлозы

Таблица 1

Характеристики планов	Температура гидролиза x_1 , °С	Продолжительность гидролиза x_2 , мин	Концентрация деструктурирующего раствора x_3 , %
Гидролиз древесной вискозной целлюлозы соляной кислотой			
Верхний уровень	120	120,0	10,40
Нижний уровень	60	15,0	0,70
Шаг варьирования	30	52,5	4,85
Основной уровень	90	68,0	5,55
Гидролиз хлопковой целлюлозы соляной кислотой			
Верхний уровень	98	120,0	7,00
Нижний уровень	70	30,0	2,00
Шаг варьирования	14	45,0	2,50
Основной уровень	84	75,0	4,50
Гидролиз хлопковой целлюлозы азотной кислотой			
Верхний уровень	98	120,0	10,00
Нижний уровень	70	30,0	4,00
Шаг варьирования	14	45,0	3,00
Основной уровень	84	75,0	7,00

Уравнения регрессии, связывающие выход y_b и степень полимеризации $y_{c.п}$ с переменными факторами гидролитической деструкции вискозной (1), (2) и хлопковой (3), (4) целлюлозы соляной кислотой, а также хлопковой целлюлозы азотной кислотой (5), (6) имеют следующий вид:

$$y_b = 93,52 - 5,52x_1 - 0,94x_2 - 2,85x_3 - 0,64x_1^2 - 1,63x_2^2 + 2,68x_3^2 - 2,04x_1x_2 - 2,19x_1x_3; \quad (1)$$

$$y_{c.п} = 217,81 - 113,00x_1 - 30,00x_2 - 86,00x_3 + 29,69x_1^2 + 24,69x_2^2 + 24,69x_3^2 + 10,63x_1x_2 + 53,13x_1x_3; \quad (2)$$

$$y_b = 94,62 - 3,56x_1 - 1,97x_2 - 2,77x_3 - 1,90x_1^2 - 0,59x_2^2 + 0,67x_3^2 - 1,47x_1x_2 - 0,90x_1x_3; \quad (3)$$

$$y_{c.п} = 224,06 - 39,50x_1 - 35,50x_2 - 53,00x_3 + 0,94x_1^2 + 0,94x_2^2 - 1,56x_3^2 + 20,63x_1x_2 + 11,88x_1x_3; \quad (4)$$

$$y_b = 95,41 - 7,18x_1 - 2,88x_2 - 1,48x_3 - 5,23x_1^2 + 0,79x_2^2 + 0,94x_3^2 - 2,34x_1x_2 - 1,27x_1x_3; \quad (5)$$

$$y_{c.п} = 233,75 - 65,00x_1 - 22,50x_2 - 44,50x_3 + 1,25x_1^2 - 1,25x_2^2 - 1,25x_3^2 + 10,00x_1x_2 + 32,50x_1x_3. \quad (6)$$

На основании уравнений регрессии определены оптимальные технологические режимы получения порошковой целлюлозы (табл. 2).

Таблица 2

Целлюлоза, деструктирующий агент	Температура гидролиза, °С	Продолжительность гидролиза, мин	Концентрация деструктирующего раствора, %
Вискозная, соляная кислота	85	110	4,5
Хлопковая, соляная кислота	80	105	2,8
», азотная кислота	85	85	5,0

Таблица 3

Показатели	Значения показателей для целлюлозы					по ТУ 9199-005-12043303-96
	исходной		порошковой, полученной гидролизом			
	Вискозная	Хлопковая	с HCl	с HNO ₃		
			Вискозная	Хлопковая		
Выход порошковой целлюлозы, % от исходной	–	–	94,0	96,4	96,1	–
Степень полимеризации	750	950	240	247	250	≤ 300
Белизна, %	88,2	88,0	87,4	87,5	87,9	–
Сорбционная способность, мг J ₂ /г целлюлозы	62,2	53,5	17,2	13,8	13,8	≥ 10
Водоудержание, %	59,2	31,5	60,1	38,1	37,8	≥ 30
Медное число, г/100 г абс. сухой целлюлозы	1,18	0,16	2,42	2,58	2,94	–
Массовая доля в целлюлозе, %:						
смол и жиров	0,30	Отсутств.	0,31	Отсутств.	Отсутств.	≤ 0,6
зола	0,12	0,12	0,11	0,13	0,12	≤ 0,6
карбонильных групп	0,06	0,01	0,41	0,26	0,28	–
карбоксильных групп	0,41	0,21	0,48	0,24	0,23	–

Нами получены соответствующие образцы порошковой целлюлозы. Данные табл. 3 свидетельствуют, что качественные показатели этих образцов соответствуют ТУ 9199-005-12043303–96 на целлюлозу микрокристаллическую порошковую для пищевой и медицинской промышленности.

Суспензию порошковой целлюлозы, полученную после гидролиза, предлагается перерабатывать по схеме, изображенной на рис. 2, согласно которой отработанный деструктурирующий раствор (ОР–0) после отделения от порошка используется для последующего гидролиза. Часть оборотного раствора после первой ступени промывки (ОР–1) идет для приготовления деструктурирующего раствора, остальное сбрасывается в сток. Обратный раствор после

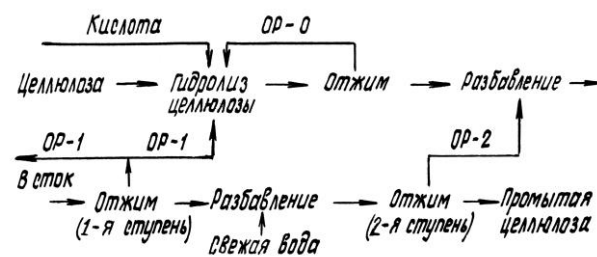


Рис. 2. Принципиальная схема промывки порошковой целлюлозы

второй ступени промывки (ОР–2) полностью поступает для разбавления на первой ступени промывки. Таким образом, разработанная схема промывки целлюлозного порошка позволяет уменьшить количество сточных вод и расход свежей кислоты для приготовления деструктурирующего раствора.

Представленная схема была воспроизведена 10-кратно в лабораторных условиях при получении порошковой целлюлозы из хлопкового сырья с использованием азотной кислоты по оптимальному режиму.

Сточную воду после каждого цикла подвергали нейтрализации известковым молоком. В сточной воде до и после нейтрализации определяли показатели, характеризующие степень загрязненности: химическое потребление кислорода (ХПК), биохимическое потребление кислорода (БПК₅), перманганатную окисляемость (ПМК) и цветность. Результаты анализов сточных вод, сбрасываемых при промывке порошковой целлюлозы, приведены в табл. 4.

Наименьшие показатели ХПК, БПК₅, ПМК, цветности получены для оборотного раствора первого цикла, так как в этом случае для промывки на первой ступени вместо ОР–2 использовали свежую воду. Проведенные нами исследования показали, что с увеличением числа циклов показатели, характеризующие степень загрязненности сточных вод, практически не изменяются. В результате нейтрализации сточных вод происходит снижение содержания трудноокисляемых компонентов (ХПК уменьшается на 25 ... 40 %) и перманганатной окисляемости (на 18 ... 34 %), одновременно содержание легкоокисляемых компонентов возрастает (БПК₅ увеличивается на 14 ... 29 %).

Таблица 4

Порядковый номер цикла	Химическое потребление кислорода	Перманганатная окисляемость	Биохимическое потребление кислорода	Цветность, °ХКШ
	мг О ₂ /л			
1	<u>270</u>	<u>20,2</u>	<u>23,8</u>	<u>14</u>
	240	13,4	33,2	13
2	<u>330</u>	<u>43,5</u>	<u>50,4</u>	<u>19</u>
	300	37,1	51,6	19
3	<u>300</u>	<u>43,5</u>	<u>50,0</u>	<u>24</u>
	290	37,0	56,8	24
4	<u>390</u>	<u>39,7</u>	<u>52,4</u>	<u>28</u>
	300	34,9	61,6	28
5	<u>390</u>	<u>35,8</u>	<u>50,0</u>	<u>33</u>
	300	29,8	62,0	30
6	<u>390</u>	<u>33,8</u>	<u>51,2</u>	<u>33</u>
	300	31,2	60,4	33
7	<u>390</u>	<u>33,1</u>	<u>50,4</u>	<u>33</u>
	290	30,8	60,4	30
8	<u>390</u>	<u>32,6</u>	<u>51,2</u>	<u>33</u>
	270	30,6	64,2	33
9	<u>390</u>	<u>32,0</u>	<u>54,4</u>	<u>35</u>
	270	28,8	64,4	33
10	<u>390</u>	<u>30,7</u>	<u>54,4</u>	<u>37</u>
	240	26,6	65,2	36

Примечание. В числителе приведены данные для целлюлозы до нейтрализации, в знаменателе – после нее.

Таблица 5

Показатели	Значения показателей целлюлозы										по ТУ 9199-005-12043303-96
	полученной в цикле										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Выход порошковой целлюлозы, % от исходной	95,5	96,6	95,3	95,4	96,1	95,6	95,9	95,8	96,2	95,4	–
Степень полимеризации	237	237	244	242	238	242	242	247	250	245	≤ 300
Сорбционная способность, мг J ₂ /г целлюлозы	13,0	13,8	13,8	12,1	12,1	12,1	12,1	13,8	12,1	12,1	≥ 10
Водоудержание, %	36,7	35,9	35,7	36,6	36,4	39,5	38,6	37,9	38,2	37,5	≥ 30
Насыпная плотность, кг/м ³	280	287	282	286	280	279	283	287	286	270	–
Белизна, %	87,9	87,8	87,7	87,9	87,2	86,9	87,0	87,0	86,9	87,0	–
pH водной вытяжки	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,4	5,4	5,0...7,0

Исследовано влияние 10-кратного использования оборотного кислого раствора на качественные показатели порошковой целлюлозы. Как видно из табл. 5, увеличение числа циклов не оказывает влияния на выход порошковой целлюлозы, водоудержание, насыпную плотность. Такие показатели, как степень полимеризации, сорбционная способность и белизна при этом изменяются, но остаются на уровне требований норм ТУ 9199-005-12043303–96 «Целлюлоза микрокристаллическая порошковая».

Исследование сушки порошковой целлюлозы показало, что оптимальной является температура 90 ... 100 °С. Дальнейшее ее повышение приводит к значительному ухудшению свойств порошковой целлюлозы.

Таким образом, разработана технология получения порошковой целлюлозы для пищевой, медицинской и фармацевтической промышленности требуемого качества с высоким выходом.

Пермский государственный
технический университет

Поступила 23.10.2000 г.

F.Kh. Khakimova, T.N. Kovtun, O.A. Noskova

Producing Powder out of Cotton and Wood Pulp

The principal technological chart for producing pulp powder is provided, the conditions of pulp hydrolysis by hydrochloric and nitric acids are optimized, the washing and drying processes for pulp powder are investigated, its main physicochemical properties and waste water characteristics are determined.

УДК 676. 017.

В.И. Комаров, М.Ю. Кузнецова

Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет более 160 печатных трудов в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



Кузнецова Мария Юрьевна родилась в 1974 г., окончила в 1997 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет более 10 печатных трудов в области исследования деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



**ВЛИЯНИЕ РАСХОДА КАТИОННОГО КРАХМАЛА
В КИСЛОЙ И ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДАХ
НА ВЯЗКОУПРУГИЕ СВОЙСТВА БУМАГИ**

Показано, что характер деформирования бумаги в присутствии катионного крахмала в композиции при рН 5,0 и 9,0 определяется процессами, происходящими в конечной области замедленно-упругих деформаций, а также трещиностойкостью на последней стадии деформирования. Вклад неупругой деформации в вязкоупругость бумаги в большей степени проявляется в образцах, изготовленных в щелочной среде. Установлен оптимальный расход катионного крахмала в кислой и щелочной средах для повышения прочности и вязкоупругости.

катионный крахмал, бумага, вязкоупругие свойства, работа разрушения, «критическая» длина волокна, жесткость при изгибе, жесткость при растяжении, межволоконные силы связи, разрушающее напряжение.

Данная работа является продолжением серии статей [1, 2], посвященных исследованию влияния различных технологических факторов на наполнения на вязкоупругие свойства бумаги.

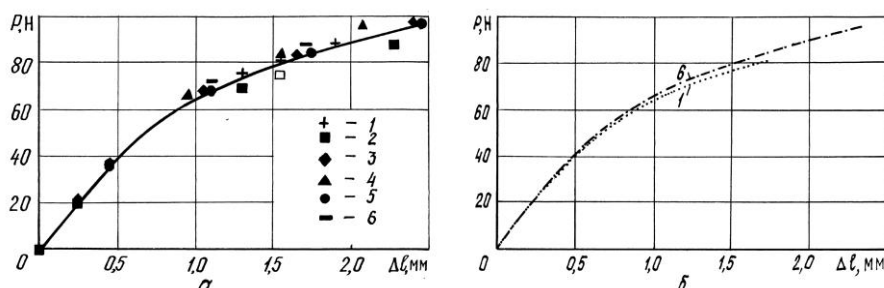
Из органических веществ и их производных, используемых для удержания наполнителей, в настоящее время широко используется модифицированный катионный крахмал. Будучи близким по своей химической природе к целлюлозе, крахмал образует дополнительные межволоконные связи в бумаге, повышая ее прочность. Придание крахмалу катионных свойств значительно улучшает его адсорбцию на волокнах целлюлозы и повышает флокулирующую способность, что важно для удержания наполнителей. В процессе производства целлюлозно-бумажных материалов компо-

зиция бумаги по химикатам во многом определяет ее структуру и соответственно свойства, поэтому исследование влияния расхода крахмала как самостоятельного технологического фактора является важным для построения общей картины формирования свойств, в том числе и вязкоупругих.

Цель работы – исследовать влияние расхода вводимого в бумажную массу катионного крахмала на вязкоупругие, прочностные и деформационные свойства бумаги.

В эксперименте использовали катионный крахмал «Hi-Cat» со степенью замещения 0,035 ... 0,040. Были изготовлены лабораторные образцы бумаги в кислой (рН 5,0) и щелочной (рН 9,0) средах с различным расходом катионного крахмала: (2, 4, 6, 8 и 10 кг/т), а также без него. В кислой области рН регулировали сульфатом алюминия, в щелочной – гидроксидом натрия. Необходимое для достижения заданного значения рН среды количество химикатов определяли опытным путем.

Все отливки были изготовлены из смеси 85 % лиственной сульфатной беленой целлюлозы и 15 % хвойной сульфатной беленой целлюлозы, размолотой до 30 °ШР, с постоянной массой 1 м² – 70 г. У образцов были



определены прочностные, деформационные и вязкоупругие характеристики.

Рис. 1. Кривые зависимости $P - \Delta l$ образцов бумаги, изготовленной с различными расходами катионного крахмала при рН 5,0 (а) и 9,0 (б): 1 – 0 кг/т; 2 – 2; 3 – 4; 4 – 6; 5 – 8; 6 – 10 кг/т

В качестве вязкоупругих характеристик для обсуждения выбраны работа разрушения образцов; работы, совершаемые на различных этапах деформирования образцов; абсорбированная энергия разрушения (ТЕА).

На рис. 1 представлены характерные точки зависимости $P - \Delta l$ (усилие–удлинение) образцов бумаги, изготовленной при различных расходах катионного крахмала в кислой и щелочной средах. Проведена усредненная кривая. При рН 5,0 добавка в бумажную массу крахмала повышает разрушающее усилие и удлинение до разрыва по сравнению с исходным значением во всем диапазоне варьирования расхода крахмала (рис. 1, а). В щелочной среде картина аналогична. Кривые зависимостей $P - \Delta l$ для образцов с крахмалом, изготовленных в щелочной среде, расположены достаточно близко, поэтому на рис. 1, б изображены только крайние из них. Из рис. 1

следует, что при добавлении крахмала как в кислой, так и в щелочной среде значительно возрастает удлинение до разрыва.

Таблица 1

Зависимость работы разрушения и ее составляющих от расхода катионного крахмала в кислой и щелочной средах

рН бумажной массы	Расход крахмала, кг/т	A_y ,	A_{3-y} ,	A_n ,	A_t ,	A_p ,
		мДж				
5,0	0	4,3	33,0	38,3	32,7	108,3
	2	2,2	34,2	36,3	57,9	130,2
	4	6,9	35,5	46,9	65,6	154,9
	6	2,4	31,3	46,9	45,0	128,3
	8	8,0	41,3	48,5	64,6	155,2
	10	8,5	36,3	52,6	52,0	149,4
9,0	0	5,9	25,2	29,9	28,8	89,9
	2	6,2	31,0	46,3	41,4	124,6
	4	7,6	35,8	45,9	70,2	159,5
	6	6,5	36,2	49,7	57,8	149,9
	8	6,9	31,7	44,9	74,2	162,0
	10	3,1	36,0	51,3	57,1	147,5

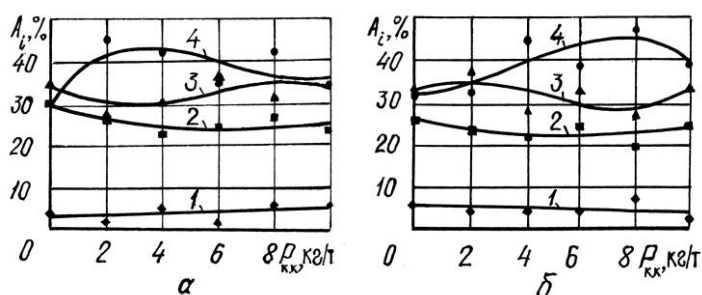


Рис. 2. Зависимость относительного вклада составляющих A_i в работу разрушения от расхода катионного крахмала $P_{к.к}$ при рН 5,0 (а) и 9,0 (б): 1 – работа в упругой зоне деформирования A_y ; 2 – работа в замедленно-упругой зоне деформирования A_{3-y} ; 3 – работа, затрачиваемая на деформирование образца от начала развития пластических деформаций до зоны предразрушения A_n ; 4 – работа, затрачиваемая на развитие трещины A_t

Величины работ, затрачиваемых на определенном этапе деформирования, а также работы разрушения при изменении расхода катионного крахмала представлены в табл. 1. На рис. 2 приведены графики, отражающие связь между относительным вкладом составляющих работы разрушения (A_y – работа в упругой зоне деформирования, A_{3-y} – работа в замедленно-упругой зоне деформирования, A_n – работа, затрачиваемая на деформирование образца от начала развития пластических деформаций до зоны предраз-

рушения, A_T – работа, затрачиваемая на развитие трещины) в общую работу и расходом катионного крахмала в кислой и щелочной средах.

Как следует из табл. 1, наименьшей по величине как в кислой, так и в щелочной среде является составляющая общей работы, совершаемой в упругой области деформирования, а также ее вклад в работу разрушения (рис. 2). Более высокие значения имеет характеристика A_T , наибольший вклад в работу разрушения A_p вносят A_n и A_T . Из данных табл. 1 и рис. 1 видно, что с увеличением расхода крахмала работа A_p растет как в кислой, так и в щелочной среде.

Данные табл. 2 свидетельствуют, что при pH 5,0 введение крахмала в больших количествах увеличивает упругую составляющую работы A_y , которая при pH 9,0 с введением в массу крахмала практически не изменяется. Наиболее существенно в щелочной среде с введением крахмала возрастает работа, затрачиваемая на развитие трещины, а также ее вклад в общую работу (см. табл. 1, рис. 2, б).

Вклад A_y и A_{3-y} (рис. 2) при увеличении расхода крахмала изменяется незначительно, более заметные, но противоположного характера, изменения, как и в случае с катионным полиакриламидом [2], наблюдаются у составляющих A_T и A_n .

Характер изменений, происходящих с относительной долей A_y , в кислой и щелочной средах отличается: при pH 5,0 доля A_y с увеличением расхода катионного крахмала незначительно возрастает, а при pH 9,0 – также незначительно снижается. Данные эксперимента и корреляционного анализа (табл. 3) позволяют утверждать, что вязкоупругость образцов бумаги, изготовленной с различным расходом катионного крахмала в кислой среде, определяется процессами, происходящими на всех стадиях деформирования исследуемого материала. Наиболее тесную взаимосвязь с работой разрушения из всех ее составляющих имеет A_T . При отливе с крахмалом в щелочной среде вязкоупругие свойства определяются процессами, происходящими на неупругих стадиях деформирования образцов (табл. 4). В данном случае наибольшее влияние на работу разрушения оказывает работа, затрачиваемая на последней стадии деформирования.

Незначительный рост упругой составляющей работы при добавлении крахмала в кислой среде можно объяснить, очевидно, тем, что азот амидных групп, введенных в крахмал, способен притягивать протоны, его катионные свойства при этом возрастают. Это приводит к образованию более плотной структуры, в которой упругие свойства проявляются в большей степени (данные табл. 2 свидетельствуют, что увеличение количества вводимого крахмала в кислой среде вызывает повышение плотности и снижение толщины образцов).

Таблица 2

**ВЛИЯНИЕ РАСХОДА КАТИОННОГО КРАХМАЛА НА ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ БУМАГИ,
ИЗГОТОВЛЕННОЙ В КИСЛОЙ И ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДАХ**

рН бу- маж- ной массы	Расход крахма- ла, кг/т	$F_{св}$, МПа	L_0 , м	ρ , г/см ³	δ , мкм	L , м	σ_p , МПа	$P_{отн}$, кПа	$R_{отн}$, мН	$l_{кр}$, мм	E_1 , МПа	ε_p , %	$E\delta \cdot 10^{-3}$, Н/м	σ_p/E_1 , %	EI , мН·см ²	ТЕА, Дж/м ²	Индекс ТЕА, Дж/г
5,0	0	1,32	7689	0,73	86,2	9356	67,87	443	830	0,712	6959	1,89	600	0,98	33,4	72,2	1,08
	2	1,38	7922	0,76	85,4	9000	68,01	496	874	0,780	6269	2,28	535	1,08	30,9	86,8	1,30
	4	1,79	8829	0,78	81,2	10234	80,16	487	632	0,641	7146	2,40	580	1,12	33,9	103,3	1,54
	6	2,56	9483	0,78	82,8	9913	77,27	607	579	0,508	8129	2,07	673	0,95	35,6	85,5	1,28
	8	1,72	6661	0,78	82,4	10038	78,12	464	682	0,513	6654	2,45	548	1,17	32,2	103,5	1,54
	10	1,68	9352	0,79	83,0	10078	79,65	536	659	0,710	6953	2,31	577	1,15	40,5	99,6	1,49
9,0	0	1,85	9464	0,76	81,8	8666	66,25	493	691	0,625	6992	1,73	572	0,95	34,3	59,9	0,89
	2	1,98	8857	0,77	83,0	9488	74,53	438	677	0,603	7240	2,06	601	1,03	37,6	83,1	1,24
	4	1,83	9165	0,77	86,6	9883	76,39	536	691	0,596	6586	2,45	570	1,16	44,7	106,3	1,59
	6	1,71	9063	0,77	86,8	9800	75,12	512	490	0,691	6686	2,34	580	1,12	37,9	99,9	1,49
	8	2,04	8857	0,78	85,0	10194	79,47	569	744	0,486	6588	2,45	560	1,21	39,6	108,0	1,61
	10	2,08	9492	0,79	85,6	9527	74,79	577	623	0,511	6802	2,35	582	1,10	39	98,3	1,47

Примечание. Здесь и далее, в табл. 3, 4, полужирным шрифтом выделены величины характеристик, принятые на рис. 5 за 100 %.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции вязкоупругих характеристик с деформативностью и прочностью образцов бумаги, изготовленной с применением катионного крахмала при pH 5,0

Характеристика	ТЕА, Дж/м ²	l _{кр} , мм	σ _p /E ₁ , %	A _y ,	A _{3-y} ,	A _п ,	A _т ,	A _p ,	A _y ,	A _{3-y} ,	A _п ,	A _т ,
				мДж				%				
P _p , Н	0,79	-0,55	0,48	0,71	0,40	0,98	0,46	0,79	0,59	-0,74	0,26	0,05
σ _p , МПа	0,82*	-0,58	0,48	0,67	0,40	0,94	0,53	0,82	0,53	-0,78	0,18	0,14
ε _p , %	0,94	-0,16	0,90	0,59	0,76	0,48	0,97	0,94	0,38	-0,63	-0,63	0,80
E ₁ , МПа	-0,14	-0,61	-0,60	-0,21	-0,53	0,38	-0,35	-0,14	-0,21	-0,33	0,72	-0,47
P _{отн} , кПа	0,05	-0,36	-0,35	-0,30	-0,47	0,40	-0,09	0,05	-0,40	-0,58	0,45	-0,12
R, мН	-0,55	0,75	-0,08	-0,38	-0,08	-0,85	-0,25	-0,55	-0,26	0,71	-0,44	0,07
F _{св} , МПа	0,17	-0,76	-0,34	-0,29	-0,49	0,29	-0,41	-0,23	-0,27	-0,17	0,46	-0,49
L _о , м	0,02	0,05	-0,29	-0,12	-0,61	0,38	-0,18	0,02	-0,15	-0,62	0,45	-0,27
L, м	0,73	-0,62	0,40	0,72	0,39	0,92	0,40	0,73	0,62	-0,64	0,29	-0,02
EI, мН·см ²	0,22	-0,01	0,10	0,45	-0,10	0,73	-0,21	0,22	0,48	-0,38	0,66	-0,51
A _y , мДж	0,74	-0,15	0,80	1,00	0,77	0,74	0,43	0,74	0,97	-0,26	0,03	0,03
A _{3-y} , мДж	0,72	-0,25	0,87	0,77	1,00	0,43	0,66	0,72	0,67	-0,07	-0,38	0,44
A _п , мДж	0,73	-0,53	0,47	0,74	0,43	1,00	0,34	0,73	0,64	-0,62	0,37	-0,08
A _т , мДж	0,89	-0,18	0,79	0,43	0,66	0,34	1,00	0,89	0,21	-0,64	-0,73	0,90
A _p , мДж	0,99	-0,32	0,85	0,74	0,72	0,73	0,89	1,00	0,54	-0,73	-0,36	0,59
l _{кр} , мм	-0,32	1,00	0,07	-0,15	-0,25	-0,53	-0,18	-0,32	-0,06	0,25	-0,33	0,02
σ _p /E ₁ , %	0,85	0,07	1,00	0,80	0,87	0,47	0,79	0,85	0,67	-0,36	-0,52	0,57
A _y , %	0,54	-0,06	0,67	0,97	0,67	0,64	0,21	0,54	1,00	-0,05	0,16	-0,19
A _{3-y} , %	-0,73	0,25	-0,36	-0,26	-0,07	-0,62	-0,64	-0,73	-0,05	1,00	0,16	-0,47
A _п , %	-0,36	-0,33	-0,52	0,03	-0,38	0,37	-0,73	-0,36	0,16	0,16	1,00	-0,91
A _т , %	0,59	0,02	0,57	0,03	0,44	-0,08	0,90	0,59	-0,19	-0,47	-0,91	1,00
ТЕА, Дж/м ²	1,00	-0,32	0,85	0,74	0,72	0,73	0,89	0,99	0,54	-0,73	-0,36	0,59

* Значимая величина $r \geq 0,81$.

Таблица 4

Коэффициенты корреляции вязкоупругих характеристик с деформативностью и прочностью образцов бумаги, изготовленной с применением катионного крахмала при pH 9,0

Характеристика	TEA, Дж/м ²	l _{кр} , мм	σ _p /E ₁ , %	A _y ,	A _{3-у} ,	A _п ,	A _т ,	A _р ,	A _y ,	A _{3-у} ,	A _п ,	A _т ,
				мДж					%			
P _p , Н	0,99*	-0,42	0,96	0,21	0,82	0,82	0,94	0,99	-0,26	-0,91	-0,48	0,85
σ _p , МПа	0,94	-0,54	0,93	0,23	0,69	0,78	0,90	0,94	-0,15	-0,94	-0,46	0,82
ε _p , %	0,99	-0,41	0,96	0,12	0,86	0,81	0,96	0,99	-0,35	-0,86	-0,53	0,89
E ₁ , МПа	-0,74	0,33	-0,81	-0,26	-0,54	-0,30	-0,84	-0,74	0,02	0,68	0,85	-0,89
Π _{отн} , кПа	0,61	-0,62	0,66	-0,28	0,45	0,32	0,70	0,61	-0,26	-0,55	-0,62	0,75
R, мН	-0,11	-0,65	0,04	0,22	-0,51	-0,44	0,06	-0,11	0,53	-0,26	-0,39	0,20
F _{св} , МПа	0,13	-0,81	0,15	-0,53	-0,06	0,19	0,14	0,13	-0,16	-0,29	0,08	0,14
L _о , м	-0,41	0,21	-0,46	-0,63	-0,11	-0,31	-0,38	-0,41	-0,41	0,61	0,19	-0,31
L, м	0,96	-0,46	0,96	0,34	0,71	0,73	0,94	0,96	-0,08	-0,95	-0,55	0,86
EI, мН·см ²	0,79	-0,22	0,75	0,35	0,69	0,53	0,81	0,79	-0,25	-0,67	-0,57	0,78
A _y , мДж	0,17	0,13	0,29	1,00	-0,10	-0,21	0,28	0,17	0,68	-0,36	-0,56	0,33
A _{3-у} , мДж	0,85	0,01	0,69	-0,10	1,00	0,92	0,71	0,85	-0,71	-0,51	-0,14	0,57
A _п , мДж	0,81	-0,14	0,65	-0,21	0,92	1,00	0,63	0,81	-0,69	-0,54	0,06	0,45
A _т , мДж	0,97	-0,52	0,99	0,28	0,71	0,63	1,00	0,97	-0,12	-0,94	-0,73	0,98
A _р , мДж	0,99	-0,41	0,97	0,17	0,85	0,81	0,97	1,00	-0,30	-0,89	-0,54	0,89
l _{кр} , мм	-0,41	1,00	-0,54	0,13	0,01	-0,14	-0,52	-0,41	-0,19	0,68	0,49	-0,59

$\sigma_p/E_1, \%$	0,97	-0,54	1,00	0,29	0,69	0,65	0,99	0,97	-0,08	-0,96	-0,70	0,96
$A_y, \%$	-0,30	-0,19	-0,08	0,68	-0,71	-0,69	-0,12	-0,30	1,00	-0,11	-0,44	0,03
$A_{3-y}, \%$	-0,89	0,68	-0,96	-0,36	-0,51	-0,54	-0,94	-0,89	-0,11	1,00	0,70	-0,92
$A_{II}, \%$	-0,54	0,49	-0,70	-0,56	-0,14	0,06	-0,73	-0,54	-0,44	0,70	1,00	-0,85
$A_I, \%$	0,89	-0,59	0,96	0,33	0,57	0,45	0,98	0,89	0,03	-0,92	-0,85	1,00
TEA, Дж/м ²	1,00	-0,41	0,97	0,17	0,85	0,81	0,97	0,99	-0,30	-0,89	-0,54	0,89

* Значимая величина $r \geq 0,81$.

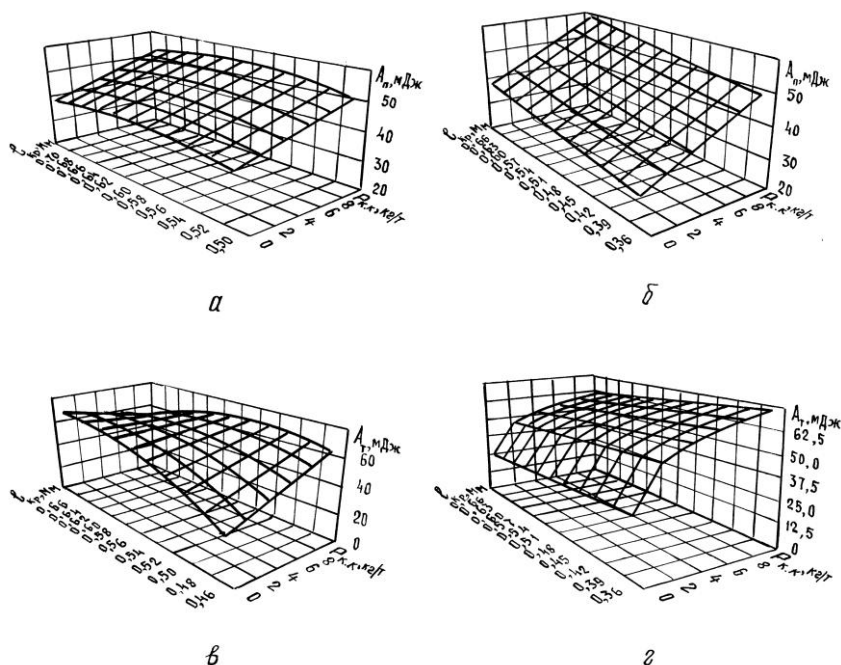


Рис. 3. Влияние «критической» длины волокна $l_{кр}$ при различном расходе катионного крахмала на $A_{п}$ (а, б) и $A_{т}$ (в, г):
а, в – рН 5,0; б, г – рН 9,0

Одной из интегральных характеристик структуры материала является «критическая» длина волокна $l_{кр}$. В соответствии с выдвинутой в [3] гипотезой, поведение материала после предела упругости во многом определяется характеристикой $l_{кр}$. Поэтому нами проведена оценка взаимосвязи характеристик вязкоупругости ($A_{и}$ и $A_{п}$) с $l_{кр}$ при различном расходе катионного крахмала. На рис. 3 представлены изменения $A_{п}$ и $A_{т}$ в виде поверхностей отклика. Как следует из рис. 3 а, б, величина $l_{кр}$ в кислой среде оказывает преобладающее влияние на характеристику $A_{т}$, в щелочной – на $A_{п}$. Следовательно, неупругие деформации начинают преобладать над упругими в щелочной среде раньше, чем в кислой. Рост характеристики $A_{п}$ наблюдается при повышении расхода катионного крахмала как в кислой, так и в щелочной среде. Работа $A_{т}$ в щелочной среде также увеличивается при добавлении крахмала, а в кислой среде рост $A_{т}$ происходит только при низкой «критической» длине волокна. Увеличение $A_{т}$ и $A_{п}$, главных составляющих работы разрушения, приводит к росту данной характеристики в кислой среде (рис. 4). Наибольший вклад вносит рост $A_{п}$. В щелочной среде общая работа растет с увеличением как $A_{т}$, так и $A_{п}$.

Отношение σ_p/E_1 при изменении характеристик A_{II} и A_T в кислой среде увеличивается с ростом A_T , особенно при высоких значениях A_{II} .

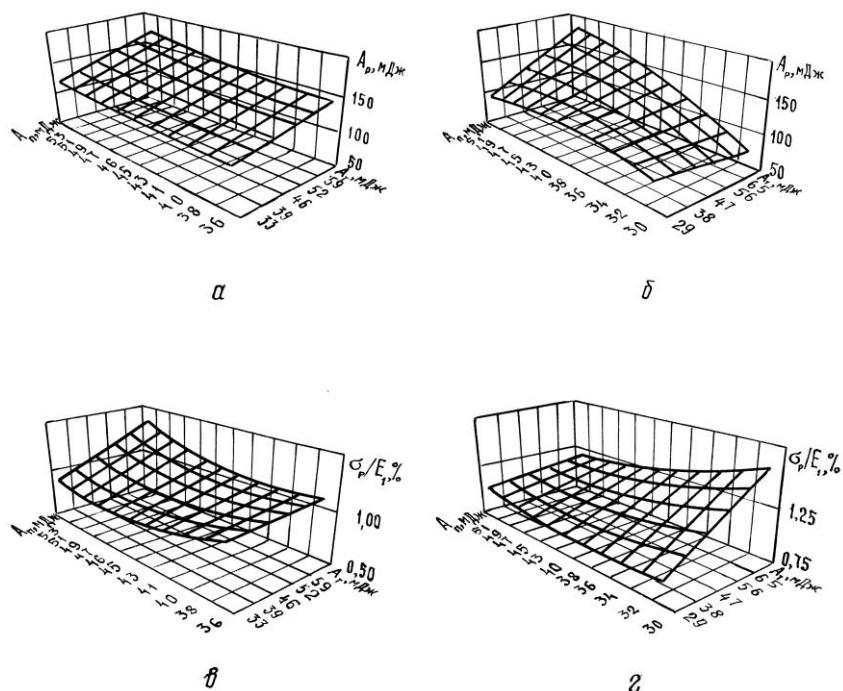


Рис. 4. Влияние изменения работ A_{II} и A_T при различном расходе катионного крахмала на A_p (а, б) и отношение σ_p/E_1 (в, г):
а, в – pH 5,0; б, г – pH 9,0

В щелочной среде это отмечено только при низких значениях A_{II} . В обоих случаях увеличение отношения происходит за счет роста разрушающего напряжения.

Для выявления взаимосвязи вязкоупругих характеристик с прочностными и деформационными свойствами бумаги, а также фундаментальных свойств волокон и характеристик вязкоупругости был проведен корреляционный анализ.

В табл. 2 представлены данные о влиянии количества вводимого катионного крахмала в кислой и щелочной средах на фундаментальные свойства, прочностные и деформационные характеристики бумаги, в табл. 3, 4 – корреляция между исследуемыми характеристиками. На рис. 5 приведены зависимости, показывающие изменение исследуемых характеристик с ростом расхода катионного крахмала (за 100 % принята величина, соответствующая исходному образцу, т.е. без добавления крахмала).

Как следует из данных табл. 3 и рис. 5, а, б, введение в массу катионного крахмала в кислой среде способствует росту межволоконных сил связи и нулевой разрывной длины по сравнению с исходным значением. В

щелочной среде силы связи и собственной прочности волокна остаются на прежнем уровне.

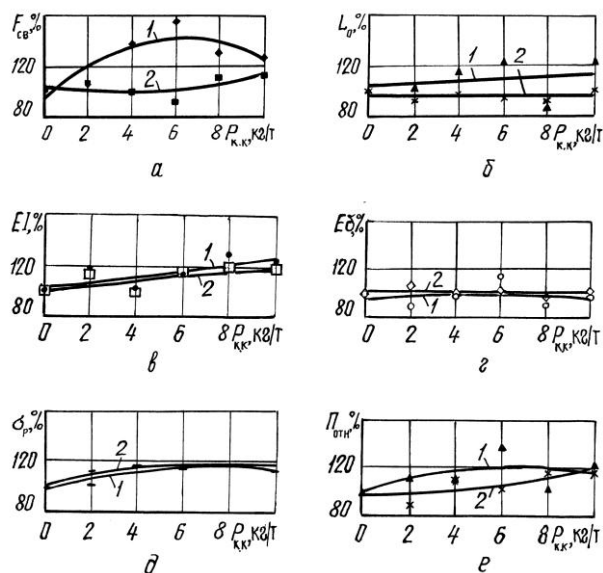


Рис. 5. Влияние расхода катионного крахмала на фундаментальные свойства (*a*, *б*), деформационные (*в*, *г*) и прочностные (*д*, *е*) характеристики: *a* – межволоконные силы связи, *б* – нулевая разрывная длина, *в* – жесткость при изгибе, *г* – жесткость при растяжении, *д* – разрушающее напряжение; *е* – относительное сопротивление продавливанию; 1 – pH 5,0; 2 – pH 9,0

Введение крахмала в массу не вызывает изменения жесткости при растяжении как в кислой, так и в щелочной среде (рис. 5, *a*). Жесткость при изгибе (рис. 5, *б*) возрастает в обоих случаях. В кислой среде повышение жесткости при изгибе обусловлено увеличением модуля упругости при изгибе, в щелочной, кроме этого, – ростом толщины образцов.

При добавке катионного крахмала характеристики прочности образцов (разрушающее напряжение (рис. 5, *д*) и сопротивление продавливанию (рис. 5, *е*)) растут, что связано с увеличением работы разрушения. В данном случае рост прочности при растяжении, как и при введении ПАА в массу [2], обусловлен в основном увеличением вязкоупругости образцов.

Данные табл. 2 показывают, что среднее значение $l_{кр}$ для образцов с крахмалом, изготовленных в щелочной среде, ниже, чем в кислой, так как абсолютные значения межволоконных сил связи выше. Приведенные в табл. 3, 4 данные свидетельствуют, что рост $l_{кр}$ вызывает снижение сил связи у образцов с крахмалом, изготовленных как в кислой, так и в щелочной среде.

Представленная в табл. 2 характеристика вязкоупругости ТЕА при введении крахмала имеет тенденцию к повышению как при рН 5,0, так и при рН 9,0. У образцов, изготовленных в кислой среде, увеличение ТЕА приводит к росту деформации разрушения, характеристик прочности при растяжении (P_p , σ_p , L) и жесткости при изгибе, например характеристик вязкоупругости – составляющих работы разрушения (табл. 3). Аналогичная связь между неупругими составляющими работы разрушения и ТЕА (табл. 4) выявлена и для образцов с крахмалом, изготовленных в щелочной среде.

Как следует из табл. 3, при рН 5,0 с введением крахмала повышение работы A_p обусловлено ростом всех ее составляющих. Изменение в сторону увеличения характеристик прочности при растяжении (P_p и σ_p) и разрывной длины происходит за счет роста работ, совершаемых на стадиях упругих (A_y) и замедленно-упругих (A_n) деформаций. Увеличение A_{3-y} и A_t способствует росту деформации разрушения образцов, аналогичным образом связаны работа разрушения и ТЕА с прочностью при растяжении и деформацией разрушения (табл. 3).

В щелочной среде с введением крахмала прочность при растяжении (P_p , σ_p , L), деформация разрушения и работа A_p растут за счет увеличения неупругих составляющих последней (A_{3-y} , A_n и A_t (табл. 4)). При более высоких значениях A_p и A_t начальный модуль упругости, как правило, ниже, т. е. бумага в данном случае в большей степени проявляет вязкие свойства и в меньшей – упругие.

При сравнении коэффициентов корреляции вязкоупругих и прочностных показателей бумаги, изготовленной в кислой и щелочной средах, необходимо отметить, что при рН 5,0 вклад в прочность вносит работа, совершаемая как в упругой зоне деформирования, так и на неупругих участках деформации, а при рН 9,0 прочность определяется исключительно вязкоупругими свойствами. На прочность при растяжении в нашем случае влияют составляющие работы, совершаемой на неупругих участках деформирования образцов. Рост A_t для бумаги, изготовленной в щелочной среде, приводит к увеличению относительного сопротивления продавливанию.

При повышении относительного вклада A_n доля A_t снижается, и наоборот. Это характерно для образцов, изготовленных как в кислой, так и в щелочной среде.

Выводы

1. Увеличение расхода катионного крахмала при рН 5,0 приводит к росту вязкоупругости за счет увеличения всех составляющих работы разрушения. Прочность образцов, изготовленных в кислой среде с введением в массу катионного крахмала, повышается за счет роста упругой составляющей работы разрушения A_y и работы на последнем участке зоны замедленно-упругих деформаций A_n , а также величины ТЕА.

2. Увеличение расхода катионного крахмала при рН 9,0 приводит к росту вязкоупругости за счет увеличения неупругих составляющих работы

разрушения A_{3-y} , A_n и A_r . Упругие свойства образцов при этом практически не изменяются.

3. Характер деформирования бумаги в присутствии катионного крахмала как при pH 5,0, так и 9,0 определяется процессами, происходящими в конечной области замедленно-упругих деформаций, а также трещиностойкостью на последней стадии деформирования. Вклад неупругой деформации в вязкоупругость бумаги более весом в образцах, изготовленных в щелочной среде.

4. Оптимальный расход катионного крахмала в кислой среде для повышения характеристик прочности и вязкоупругости – 4 кг/т, в щелочной – 8 кг/т. Фундаментальные характеристики достигают своего максимального значения в кислой среде при добавке крахмала в количестве 6 кг/т, в щелочной – 10 кг/т.

5. Подтверждено влияние «критической» длины волокна на вязкоупругие характеристики бумаги. Введение в бумажную массу катионного крахмала позволяет регулировать эту величину, причем в кислой среде данное воздействие проявляется в большей степени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комаров В.И., Кузнецова М.Ю. Влияние pH бумажной массы на вязкоупругие свойства бумаги для печати // Лесн. журн. – 2001. – №. 3. – С. 112-123. – (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Комаров В.И., Кузнецова М.Ю. Влияние расхода катионного полиакриламида в кислой и щелочной средах на вязкоупругие свойства бумаги // Лесн. журн. – 2001. – №. 4. – С. 86-98. – (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Комаров В.И. Механизм разрушения целлюлозно-бумажных материалов // Лесн. журн. – 1999. – №. 4. – С. 96-103. – (Изв. высш. учеб. заведений).

Архангельский государственный
технический университет
Поступила 23.02.01

9

V.I. Komarov, M.Yu. Kuznetsova

Influence of Cationic Starch Discharge in Acid and Alkaline Media on Paper Viscoelasticity

The nature of paper deformation in the presence of cationic starch in the composition at pH 5.0 and 9.0 is shown to be determined by the processes occurring at the finite stage of slowly-elastic deformations and also by the crack resistance at the last deformation stage. Contribution of inelastic deformation to the paper viscoelasticity comes out to the larger degree in the samples prepared in the alkaline medium. The optimum cationic starch consumption in the acid and alkaline media is established for increasing strength and viscoelasticity.

УДК 676.1.022

**Г.Ф. Прокшин., В.П. Чертовская, С.Г. Цыбакова,
Н.М. Кокрятская, А.П. Вишнякова**

Прокшин Геннадий Федорович родился в 1931 г., окончил в 1955 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института экологических проблем Севера УрО РАН. Имеет более 180 научных трудов в области теоретических основ совершенствования производства целлюлозы с минимальной сорностью из щепы и опилок различного породного и фракционного состава.

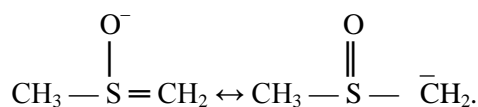


ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ДМСО НА МЕХАНИЗМ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ И ОБРАЗОВАНИЯ МЕТИЛСЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ НАТРОННОЙ И СУЛЬФАТНОЙ ВАРКАХ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Установлено, что в качестве добавки к варочному щелоку при натронной и сульфатной варках ДМСО интенсифицирует процесс делигнификации не как супернуклеофил димсил, а, в основном, как источник более мягкого нуклеофила S^{2-} , а также CH_3S^- , SO_3^{2-} и метилсернистых соединений CH_3SCH_3 и $CH_3S_2CH_3$, образующихся в щелочной среде при нагревании с древесной щепой в результате сложных гидролитических и окислительно-восстановительных реакций.

целлюлоза, варки, сульфатная и натронная, добавка ДМСО.

Диметилсульфоксид (ДМСО) как растворитель и реагент применяется для проведения многих реакций при пониженных температурах, в том числе и для реакции делигнификации в щелочной водной среде. Поскольку ДМСО в этих условиях вызывает ускорение делигнификации, авторы [2, 3] утверждают, что он выступает в роли сильного нуклеофильного реагента димсил-аниона:



Цель нашего исследования – проверить это утверждение при натронной и сульфатной варках еловой щепы толщиной 2 ... 3 мм с добавкой 20 % ДМСО по отношению к древесине.

Количество серы, введенной с ДМСО, было таким, какое поступает при обычной сульфатной варке с белым щелоком. В черном щелоке после варки содержание серы в виде сульфид-аниона определяли потенциометрическим титрованием с аммиаком азотнокислого серебра [4], метилмеркап-

тан (М), диметилсульфид (ДМС) и диметилдисульфид (ДДС) – газохроматографическим методом [1].

Варку проводили в стальных стаканах-автоклавах в электрообогреваемой глицериновой бане. В автоклав загружали щепу, содержащую 30 г абс. сухой древесины. Гидромодуль 6 : 1. Расход активной щелочи в единицах Na_2O составлял 22 % (6,6 г NaOH при натронной варке), сульфидность белого щелока при сульфатной варке – 25 %, продолжительность подогрева до температуры $t = 170^\circ\text{C}$ – 120 мин, продолжительность варки при $t = 170^\circ\text{C}$ – 120 мин.

Исходное количество серы, заданное с белым щелоком и добавкой ДМСО, а также результаты определения сульфидных, сульфитных анионов и метилсернистых соединений (М, ДМС, ДДС) в черных щелоках на заключительных стадиях натронной и сульфатной варок приведены в табл. 1. Общее количество серы, рассчитанное по содержанию ее в аналитически определяемых соединениях черного щелока, отнесено к заданному количеству серы в составе ДМСО и сульфида натрия (S^{2-}).

Переход сульфоксидной серы в сульфидную S^{2-} (~50 % от заданной) и соотношение метилсернистых соединений и оксидной серы (SO^{2-}_3) отражают сложный характер окислительно-восстановительных превращений ДМСО в процессе как натронной, так и сульфатной варки. Недостающие 28 ... 30 % серы существуют в других формах, которые по использованным методикам не определялись.

Значения констант $\lg K_0$ и n изокINETических стадий (1 и 2) топокинетических уравнений Колмогорова–Ерофеева [5] для скоростей делигнификации L , расходов активной щелочи A и выходов непероара H при

Таблица 1

Варка	Задано с белым щелоком, г		Определено в черном щелоке, г					Рассчитано S, % от заданного
	S^{2-}	S (в ДМСО)	S^{2-}	М	ДМС	ДДС	SO^{2-}_3	
Натронная	0,000	2,710	1,470	0,062	2,480	1,240	1,240	72
Сульфатная	0,600	2,710	1,410	0,355	2,400	3,120	3,120	70

Таблица 2

Уравнение, стадия	Сульфатная варка		Натронная варка	
	$-\lg K_0$	n	$-\lg K_0$	n
$A, 1$	2,42	0,98	2,50	1,09
$A, 2$	1,38	0,48	1,96	0,81
$L, 1$	4,03	1,64	5,45	2,28
$L, 2$	6,18	2,87	8,13	3,73
$H, 1$	3,97	1,57	4,15	1,61
$H, 2$	14,10	7,04	12,4	5,68

натронной (с добавкой ДМСО) и сульфатной (без ДМСО) варках еловой щепы характеризуют одинаковый механизм делигнификации (табл. 2).

Значительное содержание в черном щелоке сульфидной (S^{2-}) и оксидной (SO_3^{2-}) серы, а также ДМС и ДДС указывает на интенсивный процесс превращения ДМСО в активные нуклеофильные реагенты, аналогичные тем, которые обуславливают активацию процессов делигнификации и образования метилсернистых соединений при сульфатной варке. Кроме того, добавка ДМСО при сульфатной варке увеличивает выход М, ДДС, SO_3^{2-} , что является следствием существенного изменения окислительно-восстановительных процессов в системе в присутствии сульфид-анионов, заданных с исходным белым щелоком.

Таким образом, ДМСО как добавка к варочному щелоку является не супернуклеофилом, что утверждается в работах [2, 3], а лишь источником более мягкого нуклеофила сульфидной серы (S^{2-}), образующегося в щелочной среде при нагревании ДМСО с древесиной и превращающего натронный процесс в более активный сульфатный.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние добавок элементарной серы на образование метилсернистых соединений при низкосульфидной сульфатной варке целлюлозы / Г.Ф. Прокшин, Ю.А. Мухин, А.Ф. Троянская, Н.Н. Кокрятская // Лесн. журн. – 1993. – № 2-3. – С. 74–77. – (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Беннасер Эль-Манаа, Кирюшина М.Ф., Зарубин М.Я. Влияние «жестких» и «мягких» оснований и систем органических растворителей на скорость расщепления фенил- β -D-глюкозидной связи // Химия древесины. – 1987. – № 2. – С. 59–70.
3. Делигнификация древесины водно-диметилсульфоксидными растворами гидроксида натрия / А.П. Карманов, Ю.А. Бобров, В.А. Демин, В.Н. Сюткин // Химическая переработка древесины и ее отходов: Межвуз. сб. науч. тр. ЛТА. – Л., 1988. – С. 76–79.
4. Привалова Т.А. Химический контроль производства сульфатной целлюлозы. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – С. 236.
5. Прокшин Г.Ф., Казаков Я.В. Оценка влияния топохимических процессов на кинетику щелочной варки целлюлозы // Лесн. журн. – 1992. – № 5. – С. 96–99. – (Изв. высш. учеб. заведений).

Архангельский государственный
технический университет

Институт экологических проблем
Севера УрО РАН

Поступила 22.05.2000 г.

*G.F. Prokshin, V.P. Chertovskaya, S.G. Tsybakova, N.M. Kokryatskaya,
A.P. Vishnyakova*

**Influence of Additives of Dimethylsulfoxide on Delignification
Mechanism and Methylsulfur Compounds Formation under Alkaline
and Kraft Pulping**

It is found that dimethylsulfoxide as additive to the cooking liquor under alkaline and kraft pulping intensifies the delignification process not as supernucleophile, but mainly as a source of softer nucleophile S^{2-} , as well as CH_3S^- , SO_3^{2-} and methylsulfur compounds CH_3SCH_3 and $CH_3S_2CH_3$, formed in the alkaline condition under heating with wood chip as a result of complex hydrolytic and oxidation-reduction reactions.

УДК 547.992.3

Ю.Г. Хабаров, Н.Н. Кошутина

Хабаров Юрий Германович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат химических наук, доцент кафедры технологии ЦБП Архангельского государственного технического университета. Имеет более 70 печатных трудов в области химической переработки древесины.



ИЗМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ПУТЕМ НИТРОЗИРОВАНИЯ

Изучена способность нитрозопроизводных лигносульфоновых кислот к комплексообразованию с катионами биогенных металлов.

лигносульфонаты, нитрозирование, биогенные металлы, комплексообразование.

Технические лигносульфонаты характеризуются широким диапазоном свойств: диспергирующих, клеящих, дубильных, комплексообразующих. По нашему мнению, наибольший интерес представляет способность их к образованию комплексов с катионами различных металлов. Это свойство лигносульфонатов можно использовать для получения органо-минеральных удобрений. Модификация лигносульфонатов в значительной степени усиливает эти свойства, тем самым улучшается и качество удобрений. Одним из перспективных методов модифицирования лигносульфонатов может стать реакция нитрозирования, широко используемая в органической химии [1, 4–7, 9]. В целлюлозно-бумажной промышленности нитрозирование применяют для количественного определения лигносульфоновых кислот (ЛСК) в щелоках и сточных водах [2, 3].

Цель настоящей работы состоит в определении возможности использования реакции нитрозирования лигносульфонатов для повышения их способности к комплексообразованию с катионами различных металлов.

В ходе эксперимента используют следующие реактивы: раствор лигносульфонатов готовили из лигносульфонатов Котласского ЦБК – концентрация 50 г/л; нитрит натрия (марка «ч.») – 50 г/л; раствор уксусной кислоты («ч.») – 10 %; водный раствор аммиака («ч. д. а.») получен из концентрированного разбавлением – 1:4; раствор гидроксида натрия («ч. д. а.») – 1М; растворы солей биогенных металлов ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$, $MnCl_2 \cdot H_2O$) в 1 %-й серной

кислоте – концентрация 1 мг катиона металла/мл, кроме $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 2 мг Cu^{2+} /мл.

Нитрозирование проводили азотистой кислотой, которая генерируется при подкислении реакционной среды, содержащей нитрит натрия. Для этого в мерную колбу емкостью 100 мл пипеткой вносили 10 мл исходного раствора лигносульфонатов, приливали расчетные объемы растворов нитрита натрия и уксусной кислоты. Реакционную смесь выдерживали заданное время, затем объем доводили до метки дистиллированной водой.

Нитрозирование лигносульфонатов контролировали, фотометрируя щелочные растворы, которые имели ярко-желтую окраску. Нарастание оптической плотности при 440 нм свидетельствовало об увеличении степени нитрозирования лигносульфонатов. Для анализа отбирали 1 мл реакционной смеси и переносили в мерную колбу емкостью 25 мл, добавляли 4 мл раствора аммиака, объем доводили до метки дистиллированной водой. Оптическую плотность растворов измеряли на фотоколориметре марки КФК-2МП в кюветках длиной 10 мм относительно дистиллированной воды.

Контроль за процессом комплексообразования осуществляли визуально по наличию (или отсутствию) осадка при подщелачивании растворов нитрозопроизводных лигносульфонатов с добавками расчетных количеств солей металлов. Для анализа в пробирку вносили 1 мл раствора исходных или нитрозированных лигносульфонатов, добавляли заданный объем раствора солей металлов (шаг 0,5 мл) и доводили до 4 мл дистиллированной водой. Тщательно перемешивали, добавляли раствор гидроксида натрия и снова перемешивали. (При работе с солями меди, марганца, кобальта, магния добавляли 4 мл NaOH , с солями цинка – 1 мл; для растворов солей железа использовали 4 мл раствора аммиака).

С целью получить более точные данные о расходе солей металлов, при котором образуется осадок, интервал разбивали с шагом 0,1 мл. За емкость лигносульфонатного комплекса по отношению к катиону металла принимали максимальный расход соли металла по отношению к лигносульфонатам, при котором не наблюдалось выделения осадка.

При фотометрическом определении ЛСК по методу Пирла–Бенсона берут избыток реагентов [8, 10]. Поэтому необходимо было подобрать такие их расходы и условия реакции, при которых образуются модифицированные лигносульфонаты, обладающие максимальной емкостью по отношению к катионам металлов. С этой целью было изучено влияние расхода нитрита натрия и кислотного реагента, определена минимально необходимая продолжительность реакции. Для оценки воспроизводимости каждый эксперимент повторяли дважды (табл. 1). Как видно из табл. 1, результаты хорошо воспроизводятся, отклонение от средней величины оптической плотности не превышает 2 %. Максимальная степень нитрозирования достигается при 20 %-м расходе нитрата.

Для того, чтобы оценить влияние кислотности реакционной среды, были проведены опыты, в которых расход NaNO_2 оставался постоянным

(25 % от лигносульфонатов), а расход уксусной кислоты изменялся от 0 до 240 %.

В результате опытов установлено, что для достижения высокой степени нитрозирования расход уксусной кислоты должен составлять не менее 80 % от лигносульфонатов. Дальнейшее увеличение расхода кислоты практически не влияет на этот показатель.

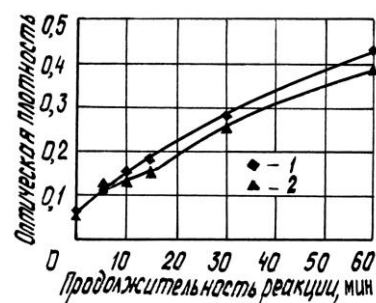
Было изучено влияние концентрации реагентов, которая задавалась изменением объема реакционной смеси (50 и 100 мл) и продолжительности реакции (от 5 до 60 мин).

Таблица 1

Оптическая плотность D щелочных растворов лигносульфонатов, нитрозированных при различных расходах нитрита натрия

Расход NaNO_2 , % к сухим веществам раствора лигносульфонатов	D_1	D_2	$D_{\text{ср}}$
0	0,065	0,063	0,064
5	0,314	0,300	0,307
10	0,541	0,518	0,530
15	0,608	0,606	0,607
20	0,660	0,657	0,659
25	0,647	0,659	0,653
50	0,648	0,640	0,644
100	0,654	0,639	0,647
200	0,620	0,607	0,613

Рис. 1. Зависимость оптической плотности растворов нитрозированных лигносульфонатов (ЛС) от объема реакционной смеси, мл:
1 – 50, 2 – 100



Как видно на рис. 1, где приведены результаты измерений, увеличение продолжительности реакции приводит к возрастанию степени нитрозирования. Изменение объема реакционной смеси в изученном диапазоне не оказывает существенного влияния на скорость реакции нитрозирования. По-видимому, это связано с тем, что двукратное изменение концентрации реагентов недостаточно сказывается на концентрации активных интермедиатов.

Таким образом, проведенные нами исследования позволили выбрать оптимальные условия для получения нитрозированных лигносульфонатов с максимальной степенью нитрозирования: расход нитрита натрия – 20 ...

25 %; расход уксусной кислоты – 80 % от лигносульфонатов; продолжительность реакции – не менее 1 ч.

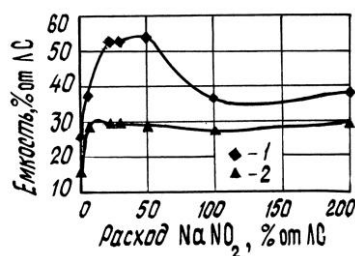
Комплексообразование с катионами биогенных металлов изучали на растворах лигносульфонатов, нитрозированных при 25 %-м расходе нитрита натрия в течение одних суток. Для сравнения проведены опыты с исходными растворами лигносульфонатов. Доступность биогенных металлов для растений является очень важным фактором, который во многом определяет нормальное развитие растений, способность их давать высокие урожаи при хорошем качестве продукции. Во многих регионах почвы щелочные, в этих условиях катионы биогенных металлов образуют труднорастворимые гидроксиды, которые не усваиваются растениями. Поэтому изменение комплексообразующих свойств модифицированных лигносульфонатов было изучено в щелочной среде. Значения емкости исходных и модифицированных ЛСК по отношению к различным катионам приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Емкость комплексов (%) на основе лигносульфонатов (ЛС)
по отношению к катионам различных металлов**

Катион	Исходные ЛС	Нитрозированные ЛС
Fe (III)	14	29
Fe (II)	26	52
Mn (II)	2	0
Co (II)	16	34
Cu (II)	40	96
Mg (II)	2	8
Zn (II)	16	16

Рис. 2. Зависимость емкости лигносульфонатных комплексов по отношению к катионам Fe^{2+} (1) и Fe^{3+} (2) от расхода нитрита натрия



Полученные результаты показали, что емкость нитрозированных лигносульфонатов, по отношению к катионам кобальта, меди, магния, Fe (II, III) значительно больше, чем у исходных лигносульфонатов. Комплексообразующая способность модифицированных и исходных лигносульфонатов по отношению к катионам марганца, цинка практически не изменилась.

Дополнительно проведено исследование влияния расхода нитрита натрия на емкость комплексов на основе ЛСК по отношению к катионам Fe (II, III).

Полученные результаты (рис. 2) показали, что лучше лигносульфонные кислоты связывают катион двухвалентного железа. Для трехвалентного железа емкость меньше примерно на 30 ... 40 %. Особенно сильно возрастает емкость комплексов при увеличении расхода нитрозирующего реагента от 0 до 20 %. Дальнейшее повышение расхода нитрита натрия не влияет на емкость модифицированных лигносульфонатов по отношению к катионам Fe (III) и снижает этот показатель для катионов Fe (II).

Это различие в емкости комплексов, полученных на основе модифицированных лигносульфонатов, по-видимому, связано с электронным строением катионов исследованных металлов, строением и прочностью гидратных оболочек катионов в водных растворах.

Таким образом, экспериментально доказано, что нитрозирование лигносульфонатов можно использовать для получения растворимых в щелочной среде комплексов с высоким содержанием биогенных металлов. Определен оптимальный расход нитрита натрия и кислоты, а также минимально необходимая продолжительность реакции нитрозирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Karrer P.* Курс органической химии / Пер. с нем. В.Э. Вассерберга, Э.М. Левиной, Л.Д. Родионовой. – 2-е изд. – Л.: ГНТИХЛ, 1962. – 1216 с.
2. *Korenman I.M.* Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 360 с.
3. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Ю.Ю. Лурье – М.: Химия, 1971. – 375 с.
4. Химическая энциклопедия. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. – Т.3. – 639 с.
5. Химия нитро- и нитрозогрупп / Под ред. Г. Фойера; Пер. с англ. под ред. С.С. Новикова. – М.: Мир, 1972. – Том 1. – 536 с.
6. Химия нитро- и нитрозогрупп / Под ред. Г. Фойера; Пер. с англ. под ред. В.А. Тартаковского. – М.: Мир, 1973. – Том 2. – 300 с.
7. *Cronheim G.* *o*-Nitrosophenols. II. New substituted *o*-nitrosophenols and characteristic properties of their inner complexes metal salts// *J.Org.Chem.* – 1947. – Vol. 12, N 1. – P. 7 – 19.
8. *Jayme G., Pohl E.* Nachweis der Ligninsulfonsaure in grosser Verdunnung (Abwasser von Sulfitzellstoff-Fabriken) // *Das Papier.* – Bd.21, N 10A. – S. 645–653.
9. *Maruyama K., Tanimoto I., Goto R.* Studies on the Baudisch reaction. I. The synthesis of *o*-nitrosophenols // *J. Org. Chem.* – 1967. – Vol. 32. – P. 2516–2520.
10. *Pearl I.A., Benson H.K.* A Nitrosolignin colorimetric test for sulfite waste liquor in sea water // *Paper Trade J.* – 1940. – Vol. 111. – P.235–236.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 21.01.01

Yu.G. Khabarov, N.N. Koshutina

Changing of Complexing Properties of Lignosulfonates by Nitrosing

The ability of nitrosoderivative lignosulfonic acids to complex with cations of biogenic metals has been studied.

УДК 630*863

Н.В. Венкова, Е.Д. Гельфанд

Венкова Наталья Владимировна родилась в 1976 г., окончила в 1998 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры биотехнологии АГТУ. Имеет 2 печатные работы в области гидролиза растительного сырья.



Гельфанд Ефим Дмитриевич родился в 1936 г., окончил в 1959 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологии Архангельского государственного технического университета. Имеет более 340 печатных трудов и 140 изобретений в области химической технологии древесины и биотехнологии.



РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ИЗВЛЕЧЕНИЯ САХАРОВ ИЗ ГИДРОЛИЗАТ-МАССЫ ПРИ МАЛОМОДУЛЬНОМ ГИДРОЛИЗЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Предложена схема извлечения сахаров из гидролизат-массы, включающая ее роспуск в сульфитно-щелоковой среде с последующим фильтрованием и 3-ступенчатой противоточной промывкой на фильтре сульфитно-дрожжевой бражкой.

маломодульный гидролиз, гидролизат-масса, сульфитно-щелоковые среды, экстракция.

Маломодульный гидролиз растительного сырья привлекает все большее внимание специалистов как альтернатива промышленному перколяционному гидролизу в виду его более высокой экономичности. Однако при осуществлении маломодульного гидролиза технически не решенной задачей является рациональная технология извлечения РВ* из гидролизат-массы (Г-М). Принципиально возможно использовать следующие способы извлечения РВ: а) вытеснение их водой из Г-М (как это имеет место при перколяционном гидролизе); б) механический отжим раствора сахаров из Г-М; в) роспуск Г-М в воде или водной среде до консистенции транспортной по трубопроводам пульпы, которую с помощью насосов переводят на фильтр и, отфильтровав раствор сахаров, подвергают негидролизуемый

* РВ – редуцирующие вещества, под которыми обычно подразумевают сахара.

остаток промывке; г) роспуск и фильтрация подобно предыдущему с последующим повторным роспуском и фильтрацией.

Из перечисленных вариантов нами выбран к проработке в качестве самого перспективного третий вариант. Преимущества его перед остальными заключаются в возможности осуществления процесса на одном аппарате (имеются в виду ленточные вакуум-фильтры) при высокой производительности, а также высокая технологичность и непрерывность. Этот вариант может быть реализован по одной из схем, изображенных на рис. 1.

Обе схемы включают одни и те же стадии: роспуск Г-М, фильтрацию и промывку негидролизуемого остатка на фильтре. Принципиальная разница в схемах состоит в том, что в первой из них как на промывку, так и на роспуск подается один и тот же поток. Отсюда следует, что удельный расход воды на извлечение сахаров не может быть меньше 20 м^3 на 1 т сухого сырья (это соответствует концентрации твердой фазы в суспензии после роспуска Г-М не более 50 кг/м^3 для обеспечения ее транспортабельности). По схеме 2 удельный расход воды на извлечение сахаров может быть и меньше 20 кг/м^3 , так как роспуск Г-М осуществляется оборотной жидкостью, расход которой ничем не ограничивается.

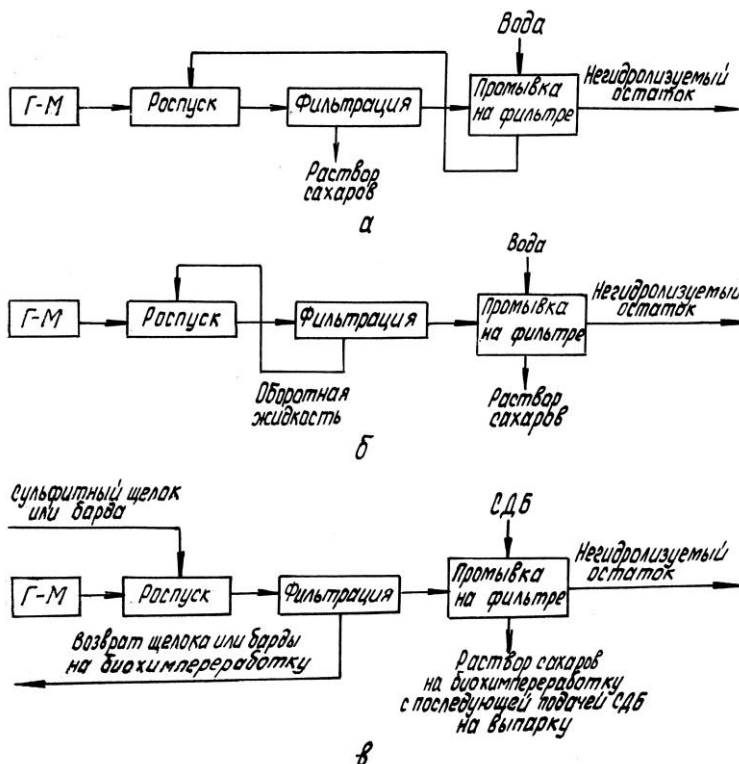


Рис. 1. Схемы 1 (а), 2 (б) и 3 (в) извлечения сахаров из гидролизат-массы

В принципе для извлечения сахаров не обязательно применять чистую воду, возможно использование какой-либо отработанной среды, например последрожжевой бражки. Особенно интересна сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ), так как обычно ее подают на выпарку (для производства технических лигносульфонатов). В этом случае после биохимической переработки раствора сахаров, извлеченных из Г-М, «вторичную» СДБ можно направить на выпарку и организовать бессточное производство.

Таким образом, практический интерес представляет кооперирование маломодульного гидролиза растительного сырья с биохимической переработкой сульфитных щелоков. Это открывает возможность использования для переработки Г-М не только СДБ, но также сульфитного щелока и сульфитно-спиртовой барды на стадии роспуска Г-М (рис. 1, в).

С учетом более высокой эффективности схемы 3 в сравнении с предыдущими нами предпринято исследование по извлечению сахаров из Г-М.

Г-М получали путем маломодульного гидролиза еловых опилок (характеристика которых представлена в табл. 1) в 2 %-й серной кислоте при модуле 2,5, температуре 100 °С и продолжительности 5 ч. После завершения гидролиза Г-М распускали в реакторе, добавляя к ней одну из следующих сульфитно-щелоковых сред: сульфитный щелок, сульфитно-

Таблица 1

Показатель	Численные значения показателя
Влажность, %	12,1
Зольность, %	0,3
Полисахариды, %:	
легкогидролизуемые	17,3
трудногидролизуемые	46,4
Пентозаны, %	7,2

Таблица 2

Среда (содержание РВ %)	Степень извлечения РВ из Г-М, %
Сульфитный щелок (2,73)	45,8
Сульфитно-спиртовая барда (1,09)	58,0
Сульфитно-дрожжевая бражка (0,60*)	75,1
Вода	79,2

*Исключительно несахара.

спиртовую барду или сульфитно-дрожжевую бражку (табл. 2). Для сравнения проводили роспуск Г-М водой. Модуль расхода жидкости во всех опытах был одинаковым и составлял 20 м³ на 1 т сухих опилок.

После роспуска Г-М в каждой из сред образующуюся суспензию фильтровали и анализировали степень перехода РВ в раствор (в дальнейшем степень извлечения РВ в процентах от их содержания в Г-М).

Из данных табл. 2 видно, что степень извлечения РВ при использовании исследуемых сред заметно различается. Это связано с тем, что две первые уже содержат (до смешения с Г-М) сахара в растворенном состоянии. Важно отметить, что степень извлечения сахаров с СДБ и водой примерно одинакова, поэтому в дальнейших опытах негидролизуемый остаток на фильтре промывали только водой.

Изучение промывки остатков на фильтре проводили, моделируя 3-ступенчатую противоточную схему, представленную на рис. 2. Модуль расхода воды на последней ступени варьировали от 5 до 15.

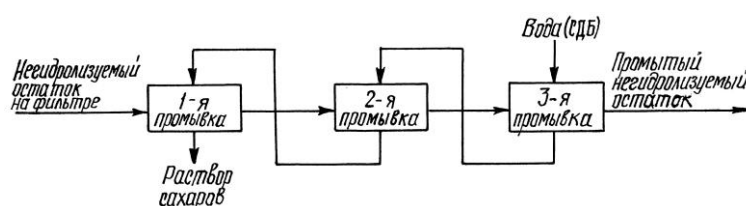


Рис. 2. Схема 3-ступенчатой противоточной промывки негидролизуемого остатка

Таблица 3

Степень промывки	Степень извлечения РВ из Г-М, % от исходного содержания, при модуле		
	5	10	15
1	33,3	33,3	41,7
2	8,4	12,5	8,3
3	4,2	4,2	4,1

Представленные в табл. 3 результаты исследований промывки негидролизуемого остатка еловых опилок (после стадии роспуска в сульфитном щелоке) показали, что изменение модуля расхода воды в выбранных пределах ощутимо влияет на степень извлечения РВ.

На рис. 3 приведена диаграмма, на которой показана интегральная степень извлечения РВ из Г-М при разном модуле промывки по 3-ступенчатой противоточной схеме (I – извлечение РВ в результате роспуска Г-М в щелоке с последующим фильтрованием; II-IV – извлечение РВ на 1–3-й ступенях промывки при модуле 5 ... 15). При модуле 15 достигается максимальное извлечение РВ (99,9 %), при модуле 10 и 5 – несколько ниже (соответственно 95,8 и 91,7 %).

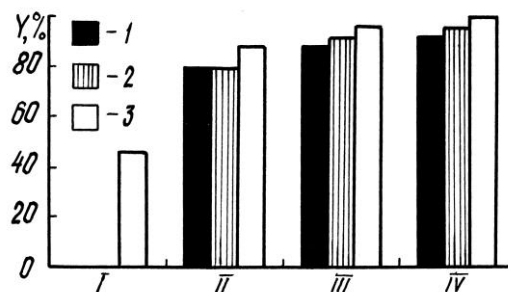


Рис. 3. Интегральная степень извлечения РВ (Y, %) из гидролизат-массы в зависимости от модуля промывки: I – 5, 2 – 10, 3 – 15

Рассмотренная технология экстракции РВ из Г-М с использованием щелока и СДБ требует довольно тесной интеграции двух производств. Большой автономностью отличалась бы схема, в которой на стадии роспуска Г-М использовали оборотную жидкость и только на промывке – СДБ. Очевидно, что при функционировании такой схемы концентрация РВ в оборотной жидкости будет численно равна концентрации РВ в жидкой фазе Г-М. Это может повлиять на эффективность извлечения РВ при последующей промывке. В связи с этим нами проведен эксперимент, в котором Г-М распускали в водном растворе глюкозы, имеющем концентрацию РВ, численно равную концентрации РВ в жидкой фазе Г-М (в условиях эксперимента – 4,8 %). Далее смесь переносили на фильтр и подвергали 3-ступенчатой промывке водой по противоточной схеме при модуле 15. Степень извлечения РВ в этом эксперименте 100 %.

Выводы

1. Технология, включающая роспуск Г-М в проточной или оборотной жидкости, фильтрацию и 3-ступенчатую противоточную промывку на фильтре, обеспечивает 100 %-е извлечение сахаров из Г-М.
2. Для извлечения сахаров из Г-М вполне пригодны сульфитно-щелоковые среды, и на этой основе может осуществляться бессточная переработка Г-М.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 9.01.01

N.V. Venkova, E.D. Gelfand

Rational Technological Layout of Sugar Recovery from Hydrolysate Pulp at Low-module Hydrolysis of Vegetation Raw Material

The layout of sugar recovery from hydrolysate pulp is offered including its dissolution in waste sulphite liquor with subsequent filtration and 3-stage countercurrent washing on the filter by waste liquor after fermentation.

УДК 547.992.3

Л.В. Майер, А.А. Арутюнян, Т.Э. Скребец, К.Г. Боголицын

Скребец Татьяна Эдуардовна родилась в 1955 г., окончила в 1978 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат химических наук, доцент кафедры физической и коллоидной химии Архангельского государственного технического университета. Имеет более 30 научных работ в области химии древесины и ее компонентов.



Боголицын Константин Григорьевич родился в 1949 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой физической и коллоидной химии Архангельского государственного технического университета, директор Научно-исследовательского института химии и химической технологии при АГТУ, академик РИА и РАИН, заслуженный деятель науки РФ. Имеет более 200 научных трудов в области разработки физико-химических основ процессов переработки древесины.



ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАЛОИЗМЕНЕННЫХ ЛИГНИНОВ

При исследовании полимолекулярных и гидродинамических свойств препаратов малоизмененных лигнинов в органических растворителях установлено, что диоксанлигнины ели и березы имеют более широкое распределение по размерам частиц, чем лигнин Бьеркмана; время установления равновесия ассоциативных и сольватационных процессов исследованных лигнинов составило 2-3 суток.

лигнины, молекулярно-массовые характеристики, органические растворители.

Свойства лигнинов, поведение их в растворах зависят от способа выделения препарата, породного состава исходного сырья и во многом определяются величиной молекулярной массы, молекулярно-массовым распределением выделенных образцов, размером и формой частиц в растворах.

Анализ молекулярно-массовых свойств лигнинов можно проводить как методом гель-проникающей хроматографии (ГПХ), так и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), которые при едином механизме разделения отличаются аппаратным исполнением, сорбентами и требованиями к растворителям. Метод ВЭЖХ является точным и базируется на использовании отечественных приборов «Милихром-2,-4». В ходе эксперимента осуществляют непрерывное детектирование выходящего из колонки элюата и запись хроматограммы на любом регистрирующем приборе (самописец, ЭВМ), продолжительность анализа 10 ... 20 мин.

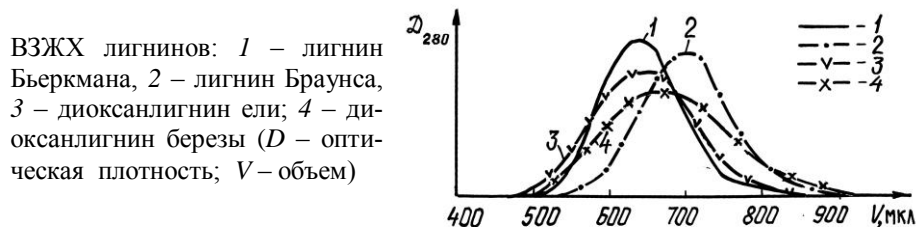
По механизму разделения ВЭЖХ делится на адсорбционную, распределительную, ионообменную и эксклюзионную. На практике разделение часто происходит не по одному механизму, а по нескольким одновременно. Используемый для эксклюзионной хроматографии жесткий G-гель позволяет проводить фракционирование лигнинов по молекулярной массе (ММ), форме и размерам частиц. Эффективность хроматографической колонки, упакованной G-гелем (размер частиц 20 мкм), составляет 2300 – 2700 теоретических тарелок (ТТ) [4].

Разделение полидисперсного образца по размерам обеспечивается использованием элюента следующего состава: ДМФА + 5 %-й ледяной уксусной кислоты + 1 %-го LiCl, при этом подавляются адсорбционные и полиэлектролитные эффекты.

В качестве объектов исследований выбраны препараты малоизмененных лигнинов: лигнин Бьеркмана (еловый), диоксанлигнин березы, диоксанлигнин ели и лигнин Браунса. Содержание функциональных групп лигнинов в процентах определено по общепринятым методикам [2] и представлено в табл. 1.

Из хроматограмм, приведенных на рисунке, видно, что лигнины отличаются между собой по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению (ММР).

Для того, чтобы по данным хроматографического анализа расчи-



тать ММ и ММР для определенного препарата лигнина, необходимо иметь зависимость коэффициента распределения вещества между подвижной и неподвижной фазами K_d от ММ. Для этого исследуемый образец фракционируется на 8 – 10 узкодисперсных фракций, для каждой из которых методом ультрацентрифугирования определяется среднемассовая молекулярная масса M_w и коэффициент K_d . Для расчетов ММ лигнинов использовали уравнение $K_d = 1,846 - 0,318 \lg \text{ММ}$, полученное ранее для листовенного сульфатного лигнина. Результаты расчетов среднемассовой \bar{M}_w , среднечисловой \bar{M}_n и средневзвешенной \bar{M}_z молекулярных масс и степени полидисперсности $\text{СП}_1 = \bar{M}_w / \bar{M}_n$ исследуемых лигнинов приведены в табл. 2.

Методы светорассеяния (малоуглового рассеяния, фотонно-корреляционной и лазерной спектроскопии) широко используются для исследования формы и размеров полимеров различной химической природы.

Согласно нашим данным [1, 3], метод лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС) может быть распространен на исследование природных полимеров (технические лигнины, лигносульфонаты). Преимуществом метода ЛКС является возможность расчета размеров частиц различной

Таблица 1

Образец	ОСН ₃ -	Общие кислые группы	СООН-	СО=	ОН _{фен}	ОН _{общ}
Лигнин Бьеркмана	14,9	2,95	0,57	2,24	2,65	9,52
Диоксанлигнин ели	15,8	3,37	0,75	3,58	3,05	–
Диоксанлигнин березы	18,9	5,36	1,57	4,88	2,81	–

Таблица 2

Образец	\bar{M}_w	\bar{M}_n	\bar{M}_z	СП ₁
Лигнин Бьеркмана	19 400	7 200	36 100	2,70
Лигнин Браунса	12 600	5 200	25 800	2,42
Диоксанлигнин ели	7 300	1 800	17 700	3,98
Диоксанлигнин березы	14 700	2 800	4 560	5,20

величины путем изменения частотной полосы, на которой накапливается спектр рассеяния, тогда как методы рассеяния полидисперсных веществ дают значения ММ только для высокомолекулярной части.

Проведенные нами ранее исследования [3] позволили выбрать растворители с учетом гидродинамических размеров технических лигнинов, при этом руководствовались тем, что диметилсульфоксид (ДМСО) применяется в качестве элюента в гель-хроматографии лигнинов, диметилформамид (ДМФА) – в высокоэффективной хроматографии, диоксан (ДО) и метилцеллозольв (МЦ) – как растворители и делигнифицирующие реагенты. В указанных растворителях получены данные о гидродинамических размерах лигнинов Бьеркмана и Браунса, диоксанлигнинов ели и березы. Спектры рассеяния записывали на установке оптического смешения Института ядерной физики, их пересчитывали в распределение по размерам частиц для частотной полосы 16 384 Гц (температура среды при снятии спектров составляла 17 ... 19 °С). При математической обработке спектров для расчета весового распределения частиц по размерам использовали модель статистических гауссовых клубков (масса $M_w \sim R^3$).

Запись спектров проводили в разбавленных растворах, поэтому, чтобы избежать влияния на полученные результаты эффектов ассоциации и сольватации, исследовали концентрационные зависимости гидродинамических размеров с последующей графической экстраполяцией на нулевую

концентрацию. Растворы лигнинов с начальной концентрацией 0,2 % готовили за двое суток до измерений, растворы более низких концентраций – разведением непосредственно перед началом регистрации спектров. Кроме концентрационных зависимостей гидродинамических размеров, изучена связь между размерами частиц диоксанлигнина березы и временем с момента растворения для растворов в диоксане и диметилформамиде.

Для лигнина Бьеркмана во всех растворителях обнаружено две фракции частиц. Доля высокомолекулярных (ВМ) частиц с размером 273 нм в ДМФА составляет 10 ... 17 %, преобладают низкомолекулярные (НМ) частицы с размером от 6 до 8 нм. Доля ВМ частиц (размер 220 нм) этого же препарата в диоксане составляет 6 ... 18 %, в ДМСО (165 нм) – 13 %. При сильном разбавлении до 0,025 % размеры частиц лигнина Бьеркмана значительно выше полученных линейной экстраполяцией, доля ВМ частиц увеличивается до 40 %.

В молекулярно-массовое распределение диоксанлигнина ели основной вклад вносят три фракции частиц: высоко-, средне- (СМ) и низкомолекулярная. Количество НМ частиц незначительно и лишь в растворах ДМФА составляет 50 ... 60 %. Для всех растворителей доля ВМ и СМ фракций примерно одинакова – 30 ... 40 %.

В растворах диоксанлигнина березы также обнаружены три фракции частиц. Необходимо отметить значительное по сравнению с лигнином Бьеркмана содержание мелких частиц (от 20 до 50 %). ВМ и СМ частицы также находятся примерно в равных количествах (30 ... 40 %).

Таблица 3

Образец	ДО			ДМФА			ДМСО			МЦ	
	ВМ	СМ	НМ	ВМ	СМ	НМ	ВМ	СМ	НМ	ВМ	НМ
Лигнин Бьеркмана	220	–	15	273	–	7,5	283	–	3	–	–
Диоксанлигнин ели	200	21	3	380	25	5,0	230	21	5	255	13
Диоксанлигнин березы	240	36	14	330	38	–	200	12	2	–	–

Проведенные ранее аналогичные исследования с образцами лигносульфоновых кислот и фракций технических лигнинов выявили некоторую зависимость гидродинамических размеров частиц от времени с момента растворения препарата. Был установлен оптимальный период времени после растворения для проведения эксперимента – 4-5 сут.

Запись спектров наших образцов проводили спустя несколько (2-3) суток после растворения. Установлено, что этот временной интервал является достаточным для устранения влияния на получаемые результаты происходящих процессов ассоциации и сольватации.

Данные о гидродинамических размерах частиц исследованных лигнинов (в нанометрах) в ДО, ДМФА, ДМСО и МЦ приведены в табл. 3.

Для уменьшения погрешности определения размеров ВМ частиц методом ЛКС необходимо исследовать узкодисперсные фракции лигнинов при оптимальной концентрации образца в растворе 0,10 ... 0,05 %.

Выводы

1. Образцы диоксанлигнинов более неоднородны по своим полимолекулярным и гидродинамическим свойствам, чем лигнин Бьеркмана, что доказано присутствием в растворах нескольких различных по размерам частиц фракций и более высокой степенью полидисперсности диоксанлигнинов.

2. Время установления равновесия процессов ассоциации-сольватации в растворах исследованных лигнинов составляет 2-3 сут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев Н.И., Иванова М.А., Форофонтowa С.А.* Гидродинамические свойства лигносульфонатов // *Химия древесины*. – 1993. – № 5. – С. 42–51.
2. *Закиc Г.Ф., Можейко Л.Н., Тельшева Г.М.* Методы определения функциональных групп лигнина. – Рига: Зинатне, 1975. – 176 с.
3. *Майер Л.В., Боголицын К.Г., Иванова М.А.* Определение гидродинамических размеров технических лигнинов методом лазерной корреляционной спектроскопии // *Журнал прикладной химии*. – 1997. – Т. 70, вып. 3. – С. 487–489.
4. *Соколов О.М., Чухчин Д.Г., Майер Л.В.* Высокоэффективная жидкостная хроматография лигнинов // *Лесн. журн.* – 1998. – № 2. – С. 160–164. – (Изв. высш. учеб. заведений).

Архангельский государственный
технический университет

Петербургский институт ядерной физики

Поступила 21.01.99

L.V. Mayer, A.A. Arutyunyan, T.E. Screbets, K.G. Bogolitsyn **Hydrodynamic Properties of Low-change Lignins**

When investigating polymolecular and hydrodynamic properties of low-change lignin preparations in the organic solvent it was determined that dioxade lignins of spruce and birch have wider distribution by the particle size, than Bjorkman lignin has. The time of settling the equilibrium of the associated and solvational processes for the lignin studied made up 2-3 days.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*7

И. В. Шутов

Шутов Игорь Васильевич родился в 1929 г., окончил Ленинградскую лесотехническую академию, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник СПбНИИ лесного хозяйства, член-корреспондент РАСХН. Имеет более 120 работ в области лесопользования, плантационного лесовыращивания, регулирования состава лесных фитоценозов.



О ЛЕСНОМ ДОХОДЕ РОССИИ*

Низкой доходности современного лесного хозяйства России ставится в пример деятельность дореволюционного Лесного департамента, основанная на торговле лесом на корню. Выражается несогласие с арендой лесов.

аукционы (торги), аренда, рента, Лесной департамент дореволюционной России, экономический эксперимент.

Эта статья – о прошлом и будущем нашего лесного хозяйства, о суммах, которые могли бы ежегодно поступать в бюджет России в виде ее лесного дохода, формируемого в каждом лесхозе, лесничестве, если бы современное экономическое положение лесного хозяйства и его юридический статус не были столь печальны. Высказываемые по этой сложной проблеме точки зрения часто не совпадают, а подчас противоречат друг другу. Поэтому вполне естественно последовать совету китайских мудрецов вернуться мыслью к истокам, к той развилке, где когда-то был взят неверный курс и, опираясь на собственную историю, найти правильный путь в новых социально-экономических условиях [6].

Но сначала нужно четко ответить на вопрос, каким мы хотим видеть лесное хозяйство России.

Согласно учению М.М. Орлова, нашего высшего авторитета в области лесопользования, главными признаками правильно организованного лесного хозяйства являются хорошее состояние лесов, отвечающее определенным критериям, стабильная и высокая доходность хозяйства. Эти признаки неотделимы друг от друга, поскольку при плохом состоянии лесов хозяйст-

* В порядке дискуссии.

во не может быть высокодоходным и, следовательно, не может расходовать достаточно средств на выращивание и охрану своих лесов.

Названные признаки правильного (по формулировке М.М. Орлова) лесного хозяйства были отчетливо видны (где-то лучше, где-то хуже) в лесничествах Лесного департамента России в годы, предшествовавшие I Мировой войне. Теперь, в условиях разномыслия, следует, хотя бы в виде условного образца, рассмотреть тот период деятельности Лесного департамента, реализовавшего в лесах, находившихся в собственности казны, многие идеи М.М. Орлова и его учителя А.Ф. Рудзкого. Знать этот важный фрагмент истории лесного хозяйства России необходимо, чтобы более уверенно выбирать курс в мало знакомом нам море рыночной экономики.

В то время, о котором идет речь, площадь всех лесов России составляла 550, находившихся в ведении Лесного департамента – 366 млн га [15]. О состоянии последних писали много и оценивали их по-разному. Однако нельзя не признать, что тогда при интенсивном строительстве железных дорог, промышленных и гражданских объектов Лесной департамент России, в отличие от соответствующих ведомств США, в основном сберег свои леса (в том числе высокоценные древостои с преобладанием хвойных пород) даже вблизи дорог и городов. В основном это удалось сделать благодаря строгому соблюдению правила постоянства пользования лесом в границах каждой хозяйственной дачи. После заключения Брестского мира, когда Россия осталась без угля и нефти, данное обстоятельство сыграло решающую роль в выживании страны.

Значительно меньше знают современные лесоводы о результатах деятельности Лесного департамента в экономической сфере, что обязывает рассмотреть соответствующие данные более подробно (табл. 1). В пересчете на действовавший тогда золотой эквивалент рубля казенные лесничества принесли в 1913 г. государству чистый доход, равный ценности 49,5 т золота.

Названный уникальный результат нельзя рассматривать вне связи с понятиями «хозяйство» и «лесное хозяйство». Под ведением любого хозяйства понимали целенаправленную деятельность, имевшую своей главной задачей приращение материальных благ и получение дохода. Данное требование относили как к сельскому, так и к лесному хозяйству, обоснованно полагая, что лесоводство есть одна из отраслей растениеводства, отличающаяся от других своими особенностями, в том числе длительным производственным циклом. При всем том однозначно считали, что все хозяйства, так или иначе связанные с землей, должны приносить доход, что в обоих случаях (в поле и в лесу) доходные хозяйства не могут не иметь товарного характера и обойтись без реализации своего товара на рынке.

Как показано в табл. 1, основным товаром казенных лесничеств России были выращенные, сбереженные и отведенные в рубку древостои (лесосеки). Их продавали на открытых аукционах (торгах). Без торгов, по пониженным ценам или бесплатно лес отпускали в рубку только социально слабо защищенным группам населения. На это в 1913 г. было израсходовано

Таблица 1

Показатели	Значение показателей
Общая площадь казенных лесов, млн га	366,4
Число лесничеств	1532
Число выделенных в лесничествах хозяйственных дач, используемых для расчета и организации неистощительного отпуска леса в рубку	12 560
Полученный валовой лесной доход, млн р.	96,2
В том числе, %:	
от продажи отведенного в рубку леса	92,2
от продажи древесины, заготовленной и переработанной своими силами	3,9
от побочного пользования лесом	2,1
за счет других поступлений	1,8
Полученный чистый лесной доход, перечисленный в государственный бюджет, млн р.	64,3
Затрачено средств на ведение лесного хозяйства, млн р.	31,9
Сверх указанного затрачено на проведение лесокультурных работ за счет лесокультурных залогов, выплаченных лесозаготовителями, млн р.	2,2
Произведено лесных культур (посевом и посадкой), тыс. га	85,3
Сырораствующий лес:	
Отпущено, млн м ³	66,4
Оценочная («стартовая») стоимость, млн р.	56,9
Продажная стоимость на торгах, млн р.	77,5
Средняя цена 1 м ³ , р.– к.	1 – 17
Полученная на торгах средняя надбавка, %	36,1
Мертвый лес:	
Отпущено, млн м ³	22,3
Продажная стоимость, млн р.	11,2
Средняя цена 1 м ³ , к.	50
Доход, полученный с 1 га общей площади, к.:	
валовой	26,0
чистый	17,5

Примечания. 1. В соответствии с действовавшим тогда Лесным уставом категорически запрещались перерубы расчетных лесосек в одних дачах за счет других. 2. Валютная ценность рубля соответствовала 0,77 г золота. За 1 р. платили 10 долларов США. В наше время 1 г золота стоит примерно 10 долларов США. 3. Используются источники информации [4, 5, 15, 16].

4,1 млн р., т. е. примерно 4 % валового дохода Лесного департамента [15]. Другие виды доходной деятельности (в том числе хозяйственные заготовки древесины) в казенных лесничествах не запрещались, но имели подчиненное значение. В целом в те годы и содержание, и результаты работы Лесного департамента России во многом определяли высокий общественный престиж и материальный достаток его лесничих. Как подчеркивал М.М. Орлов, лесничего тогда воспринимали как производителя лесных ресурсов [10]. Те-

перь о лесничем чаще говорят как о госслужащем (чиновнике), занятом в сфере лесопромышленного и распределения лесных ресурсов. Сравнивая эти две точки зрения, нетрудно заметить, что во второй из них явно ослаблен творческий элемент. По своей сути она не отвечает самой идее ведения правильного лесного хозяйства, в соответствии с указанными требованиями.

В советский период наше лесное хозяйство потеряло статус товаропроизводящей отрасли. Оно стало постоянно убыточным главным образом потому, что за его счет скрытно дотировали лесопромышленные структуры. Сделано это было просто: лесхозы были принуждены практически даром отдавать отведенные в рубку лесосеки леспромхозам, а те, кроме того, еще были освобождены от уплаты лесокультурного залога, т. е. от расходов по возобновлению леса на вырубленных ими площадях.

В череде прошедших лет центральные и периферийные органы лесного хозяйства РСФСР то упраздняли, то восстанавливали. Таких реформы пережили около двадцати, но ни одна из них не вернула нашей отрасли лес как былой экономический фундамент.

Не продажа, а почти бесплатная раздача лесосечного фонда лесозаготовителям, а также отмена системы лесокультурных залогов ввергли наши лесхозы в состояние нищеты, которую, естественно, не могли компенсировать незначительные ассигнования, получаемые из государственного бюджета. В этих условиях, чтобы выжить и как-то выполнять свои профессиональные обязанности, лесхозы были вынуждены не диктовать лесозаготовителям свои требования к проведению лесосечных работ, а просить их о помощи и развивать свою лесопромышленную деятельность, приносящую хоть какой-то доход. Теперь лесоводов за это не перестают упрекать, но уже, как правило, не вспоминают о людях и причинах, заставлявших лесничих заниматься не своим делом.

В последние годы, в условиях становления рыночных отношений и при наличии уникального опыта успешной работы бывшего Лесного департамента России, наше лесное хозяйство могло бы превратиться в мощный и постоянный источник средств для государственного бюджета. Однако произошло иное. Указом Президента от 17.05.2000 г. Федеральная служба лесного хозяйства России была упразднена. Ее разрозненные элементы, лишенные юридической и финансовой самостоятельности, растворились в различных структурах Министерства природных ресурсов. Таким образом был нанесен сокрушительный удар организационной основе государственного лесного хозяйства России, созданной более 200 лет назад.

С позиций интересов государства содеянное нельзя не считать ошибкой. Вплоть до своих последних дней Федеральная служба лесного хозяйства России сохранила специалистов, вертикальную структуру и работоспособность. Конечно, она нуждалась в экономических реформах, и их проведение было лишь вопросом времени и политической воли. Однако произошло иное. По-видимому, это выгодно определенным лесопромышленным структурам и их лобби в органах власти, заинтересованным в минимизации ограничений при вырубке лесов, не несущим ответственности за фор-

мирование лесного дохода России, не отвечающим за возобновление леса на вырубленных площадях и не заинтересованным в самом сохранении лесного хозяйства как системы, регламентирующей и контролирующей их деятельность. Вольно или невольно, к достижению именно этой цели ведут следующие шаги и заявленные намерения.

1. В статье [1] от имени тогдашнего Минэкономики РФ высказана стратегия развития лесного комплекса, ориентированная на доминирующее (монопольное) положение приватизированных структур лесной промышленности в наших лесах, достигаемое путем организации внеэкономических «организационно-производственных» отношений с органами государственного лесного хозяйства. В качестве образца взаимосвязей лесной промышленности и лесного хозяйства были взяты многие события 1929 г., в том числе происшедшее тогда в первый раз поглощение нашей отрасли лесной промышленностью. Теперь, похоже, Россию подталкивают к тому же.

Критический анализ статьи [1] уже был опубликован в «Лесной газете» [17]. Однако поднимаемый снова вопрос об организационном объединении лесного хозяйства с лесной промышленностью, а по сути дела об административном подчинении первого второй представляется слишком серьезным, чтобы можно было умолчать о последствиях таких решений. Поэтому следует напомнить, что в подобной же ситуации в нашем недавнем прошлом оставленные без независимого контроля и получившие в свое распоряжение практически дармовой лес леспромхозы потеряли стимул к бережному использованию лесосечного фонда (об этом говорили и писали не только лесоводы, но и сам глава Минлеспрома СССР Г.М. Орлов в 1963 г. [9]). Руководствуясь, естественно, только своими интересами, леспромхозы не пошли по пути организации неистощительного лесопользования и планомерного возобновления леса на рубках. Увеличив объемы лесозаготовок сверх допустимой меры, они вырубали все вокруг себя, а затем стали десятками закрываться, бросая добротные лесные поселки, где при иной, экономически обоснованной организации лесопользования и воспроизводства лесов могли бы благополучно жить и работать многие поколения коренных народов России.

Теперь с горечью остается говорить о том, что бесхозяйственное и безжалостное отношение к лесу и людям имело своих апологетов, утверждавших, что брошенные лесные поселки мало что стоили государству, так как «успевали амортизироваться», что образ жизни людей с психологией «перекати-поле» – без постоянного места на Земле – это норма, что само лесное хозяйство нельзя вести в лесах, пока они не вырублены, что после рубки лесов в регионах с развитой инфраструктурой леспромхозы будут перебазированы на Север и Восток (куда и на какие деньги?). Итог такой «политики» известен: спад в работе лесозаготовителей начался еще до перестройки, а потом в лесном комплексе страны произошли обвальные явления.

2. Настойчивое протезирование (особенно со стороны органов власти на местах) сдаче лесов в аренду при явно дискриминационном отноше-

нии к идее продажи отведенных в рубку древостоев на открытых конкурсных торгах. Новый Лесной кодекс (1997) разрешает, как ни странно, и то, и другое. Хотя именно лесные торги (и только они!) позволяют лесному хозяйству войти со своим основным товаром (отведенными в рубку лесосеками) в систему рыночной экономики страны и таким путем приблизиться к балансу интересов производителей и потребителей лесных ресурсов. Для бюджета страны и лесного хозяйства лесные торги, безусловно, выгодны. Выгодны они и для умело работающих сильных лесозаготовителей, поскольку позволяют им легальным образом уйти от конкуренции мелких агрессивных фирм, а также от избыточной опеки чиновников. Возможно, именно поэтому не торопятся пускать в рынок лесное хозяйство.

О сдаче лесов в аренду приходится говорить более подробно, чем о продаже лесосек на торгах. Как известно, аренда – это сдача имущества внаем за плату (ренту). Вид имущества значения не имеет, но в любом случае арендатор несет ответственность за полученное во временное пользование имущество и обязан вернуть его в сохранности. В России и других странах издавна практиковалась сдача в аренду жилья, строений, сельхозземель и т. п. Аренда лесов представлялась делом сомнительным, по причине длительности их выращивания и неизбежных сложностей при оценке хозяйственной деятельности арендаторов и качества возвращаемого ими имущества. Тем не менее в первой половине XIX столетия сдача лесов в аренду была широко испытана в частных лесах Венгрии, Германии и в казенных лесах России. Во всех случаях результат был неудовлетворительным. По этому поводу запись в журнале нашего Министерства государственных имуществ четко гласит: «... Отдача лесов в аренду есть самый дурной и самый дорогой способ управления лесами ... Отдача леса в распоряжение другому лицу, непосредственно не заинтересованному в сбережении его, не может быть обставлена такими условиями, которые ... гарантировали бы сохранность леса» [2]. В наше время аренда лесов широко распространена в Канаде. Изучение ее последствий, предпринятое М.А. Лобовиковым [8], показало, что переданные временщикам-арендаторам леса находятся в худшем состоянии, чем в крупных частных владениях. Так, если лесопромышленные компании в принадлежащих им лесах все же вкладывают средства в лесовыращивание, что позволяет со временем получать больше древесины, то арендаторы в этом просто не видят для себя смысла. Как подчеркивает М.А. Лобовиков, лесоводы и экономисты ряда западных стран не рассматривают указанный опыт Канады как положительный. В то же время различные властные структуры России, отринув отечественный и мировой опыт, распространяют сдачу лесов в аренду.

О масштабах, причинах и следствиях всего перечисленного позволяют судить следующие данные.

В 2000 г. площадь сданных в аренду лесов возросла на 12,4 млн га (18 %) по сравнению с 1999 г. Фактически на этой территории в 2000 г. было отпущено в рубку 51 млн м³ древесины, а через открытые лесные торги только 30 млн м³, несмотря на то, что на торгах за обезличенный 1 м³

древесины от лесозаготовителей получили в среднем 59,9 р., а на сданных в аренду площадях только 17 р., т. е. в 3,5 раза меньше [7]. Убыток от того, что 51 млн м³ древесины был реализован не на торгах, а путем сдачи леса в аренду, составил около 2,2 млрд р.

Кроме аренды и торгов довольно большое количество древесины наши лесхозы продолжают отпускать по решениям местных органов власти бесплатно, по льготным и твердым ценам. Так, в Ленинградской области в 2000 г. при общем объеме платного лесоотпуска 4,7 млн м³, по упомянутым решениям было отпущено 1,3, на переданных в аренду площадях 3,0, а через торги только 0,4 млн м³. Последняя цифра, равная 8,5 % всего платного лесоотпуска, характеризует истинный уровень вхождения лесного хозяйства области в рыночную экономику. Фактически за 1 м³ древесины по указанным трем основным вариантам лесоотпуска в среднем было получено соответственно 36,9; 44,4 и 145,6 р. В связи с тем, что 91,5 % платного лесоотпуска было организовано минуя открытые торги, лесхозы области недополучили более 400 млн р.

Приведенные цифры не могут не вызвать вопроса о том, кому выгодна данная ситуация. Недвусмысленный ответ дал глава лесопромышленного комитета правительства Ленинградской области М.А. Дедов в своем выступлении по Петербургскому каналу телевидения (программа ЛОТ) 22.03.2001 г. Он, в частности, сообщил о намерении его правительства вообще отказаться от проведения лесных торгов, поскольку они способствуют усилению конкуренции (?!). Подобные же аргументы высказывались и раньше, примерно 75 лет тому назад, в конце НЭПа [13]. Логично спросить М.А. Дедова, чьи интересы он защищает от конкуренции теперь?

Еще М.А. Дедов сообщил в своем интервью, что лесов в России очень много, более 1 млрд га. Акцент этих слов ясен: рубить и рубить. Дескать, хватит и на нас, и на внуков, что, к сожалению, совсем не так. Вся покрытая лесом площадь России равна примерно 700 млн га. Это много, однако примерно только на 22 % этой площади можно вести коммерчески выгодную эксплуатацию леса [14]. Поэтому, взяв в расчет площадь именно таких лесов, а также число жителей страны, нетрудно увидеть, что мы в 3–4 раза беднее лесом, чем, например, наши соседи финны, которые очень берегут свои леса.

Нельзя еще не упомянуть о действующем в стране странном правиле: в порядке так называемых рубок ухода разрешено рубить лес, не достигший возраста главной рубки, получать древесину, имеющую вполне реальную коммерческую ценность и при этом вообще ничего не платить собственнику лесов.

В целом о сдаче лесов в аренду можно сказать с исчерпывающей определенностью: это узаконенная парламентом акция, наносящая колоссальный ущерб государству и его лесам. Остановить происходящее расхищение государственной собственности, очевидно, могут только те, кто в 1997 г. принял Лесной кодекс Российской Федерации.

3. Обсуждение в печати, в некоторых комитетах Государственной Думы и в иных авторитетных структурах предложения о финансировании наших лесхозов за счет так называемой ренты, выплачиваемой лесозаготовителями непосредственно лесхозам, вместо существующего теперь примитивного прямого налога в виде лесных податей. По мысли проф. А.П. Петрова [11], минимальный размер рентных платежей должен определяться «исключительно нормативными затратами на воспроизводство и охрану лесов».

Не исключено, что реализация данного предложения позволит хоть немного улучшить финансовое положение лесхозов. Тем не менее, согласиться с ним нельзя по следующим причинам.

3.1. Рента – это доход с имущества (в том числе ценных бумаг, капитала, земли и пр.), не требующий от ее получателя хозяйственной деятельности. В общеизвестном смысле получатели ренты (рантье) – это лица, не занятые общественно-полезным трудом. Ставить рантье и лесничих в один ряд значило бы оскорбить тех, кто своим трудом еще удерживает на плаву наше лесное хозяйство.

3.2. То, что предлагает А.П. Петров, это не рента и не вариант решения задачи по возвращению нашему лесному хозяйству статуса доходного товаропроизводителя. Это вариант обоснования минимального уровня корневых цен путем калькуляции затрат на лесовыращивание, т. е. по его себестоимости. Данный вариант был уместен в недавнем прошлом, но не теперь, когда покупатель древесины на рынке озабочен только ее ценой и качеством, а не объемом и перечнем лесохозяйственных мероприятий, которые были или должны были быть проведены на том или ином участке леса.

3.3. В условиях рыночной экономики нельзя определять продажные цены, опираясь на себестоимость продукции, как это делали недавно. В странах с развитой рыночной экономикой предприниматели устанавливают цены на свою продукцию, руководствуясь отнюдь не ее себестоимостью, а тем максимально возможным уровнем, при котором их продукция может иметь сбыт. Производители сырья или комплектующих определяют цены на свои изделия путем расчета минимально достаточной нормы прибыли в смежных производствах, которая может устроить их партнеров. Почему бы нашему лесному хозяйству не поступать так же, т. е. определять корневые цены на лес как разность между ценой круглых сортиментов древесины на рынке и суммой, состоящей из затрат предпринимателя (в том числе на заготовку, транспортировку древесины и пр.) и его минимально достаточного барыша на вложенный капитал. Именно такой способ определения корневых цен на лес применяли в России более 100 лет назад, и он устраивал всех – лесничих, лесопромышленников и страну в целом, позволяя ей получать высокий лесной доход.

Надо сказать, что не все наши лесоводы и экономисты разделяют мысль о необходимости развития товарно-денежных отношений в лесном хозяйстве. Не все согласны и с тем, что лесное хозяйство вообще должно приносить доход. Одним из аргументов в пользу такой точки зрения явля-

ются известные слова К. Маркса о том, что природные ресурсы не имеют стоимости. Воспринятая когда-то как догма эта идея получила расширенное толкование и привела, в частности, к тому, что лес на корню был приравнен к полезным ископаемым и перестал рассматриваться как товар, имеющий на рынке ту или иную цену. По той же причине из самого нашего лексикона почти исчезли такие ранее понятные всем слова, как «лесной доход», «продажа леса на сруб», «оценочные и продажные цены на лес», «лесокультурный залог», «хозяйственная спелость леса» и др. Вместо них в обиход были введены термины, позволяющие забыть не только о рынке, но и о самой возможности товарно-денежных отношений в нашей отрасли. Печальный итог этого известен. Уместно напомнить, что (по В.И. Далю) «стоимость» – то же, что и «цена» – мера на деньги; цену определяет рынок, а «непродажному коню и цены нет». Добавим: так же, как и лесу.

Как велик может быть лесной доход России в наши дни, если вернуть лесному хозяйству его товарно-денежную суть? Исчерпывающий ответ на этот вопрос теперь дать нельзя, поскольку наше лесоустройство уже забыло, как рассчитывать корневые цены на лес на конкретных территориях. В настоящее время, даже при реализации отведенных в рубку лесосек на открытых торгах, 1 м³ древесины на корню стоит у нас в среднем около 2 долларов США. Это безмерно низкая цена.

Представление о возможной величине лесного дохода составить все-таки можно, если взять в расчет долю платежей за лес на корню в структуре рыночных цен на круглые лесоматериалы, а также существующий и прогнозируемый объемы лесоотпуска. В последние годы указанная доля у нас не превышала 5 % [3], а в дореволюционной России была равна 30 ... 35 %. В наши дни почти на таком же уровне остается этот показатель в соседних странах. Вывод из сказанного очевиден: при неизменном объеме отпуска древесины на корню наше лесное хозяйство (а следовательно, и государственный бюджет) в принципе может получать за нее примерно в 6-7 раз больше денег, чем теперь.

Другой вариант макрорасчета можно сделать, опираясь на данные 1913 г., приведенные в табл. 1. В тот год при объеме отпуска в рубку нашего главного товара – сырораствующего леса, равном 66,4 млн м³, его продажная цена на торгах составила 77,5 млн р., т. е. в среднем была равна 1 р. 17 к. за 1 м³. По золотому наполнению рубля того времени и современного доллара США последняя из названных величин теперь равна примерно 9 долларам США. Соответственно, в наше время при ежегодном отпуске из наших лесов 120 млн м³ древесины ее корневая продажная стоимость может составить 1,1 млрд долларов в год, к которым при исчислении всей суммы валового лесного дохода следует добавить еще примерно 0,2 млрд долларов, получаемых из других источников.

Названная средняя продажная цена за лес на корню (9 долларов США за 1 м³) не выглядит преувеличенной по сравнению с современными ценами на древесину в соседних странах (табл. 2).

Таблица 2

Страна	Год	Место реализации (франко)	Сортименты	Средние цены за 1м ³ , доллары США	Источник информации
Финляндия	2000	Корневые цены (stumpage prices)	Пиловочник: ели и сосны	40...43	[18]
			березы	41...42	
Швеция	1999	У дороги	Балансы: еловые	20...21	[18]
			березовые	13...14	
Эстония	1999	»	Пиловочник ели и сосны	41...45	[18]
			Балансы: еловые	23	
Латвия	1999	»	березовые	23	[18]
			Пиловочник ели и сосны	35...39	
Россия	2000	Финская граница	Балансы: еловые	18	Неофициальные
			березовые	18	
			Пиловочник ели и сосны	38...41	
			Балансы: еловые	18	
			березовые	18	
			Пиловочник ели и сосны	41...47	
			Балансы: еловые	26	
			березовые	27	

Существующие высокие корневые цены на древесину и высокий уровень жизни занятых в лесном комплексе людей в Финляндии, Канаде и других странах с развитой экономикой можно объяснить, в первую очередь, тем, что они практически не ведут торговлю круглым лесом. Так, в 1998 г. в экспортных поставках этих стран круглый лес и изделия из переработанной древесины соотносились примерно как 1 : 99 в валюте и 3 : 97 по массе [18]. У нас в том же году названные величины соотносились как 33 : 67 и 72 : 28. Поэтому сегодня, вкладывая деньги не в переработку древесины, а в увеличение объемов лесосечных работ, лесопромышленники не только обедняют доступные для эксплуатации леса, но и консервируют нашу нищету. Заставить предпринимателей увеличивать инвестиции в деревоперерабатывающую промышленность в наше время можно только при помощи экономических рычагов. Один из них, возможно, самый эффективный – увеличение стартовых корневых цен на древесину при условии обязательной ее реализации на открытых конкурсных торгах. Данная акция, естественно, не может не сопровождаться увеличением цен на круглый лес, реализуемый лесозаго-

товителями на лесосеке или у дороги. Если этого не сделать, в накладе окажутся в основном те, кто выполняет в лесу первую и самую тяжелую часть работы в цепи последовательных превращений деревьев в потребительские товары. Поделиться своими доходами с лесным хозяйством и лесозаготовителями должны, прежде всего, те структуры, которые заняты торговлей древесиной и ее переработкой.

Продажа отведенных в рубку лесосек является главным, но не единственным источником средств формирования лесного дохода страны. Его увеличению может способствовать организация высокопродуктивных целевых хозяйств с укороченными оборотами рубки и ускоренным (плантационным) производством заданных сортиментов древесины по разработанной в СПбНИИЛХе технологии, создание по известным позитивным примерам высокоинтенсивных комплексных агролесопромышленных и агролесохозяйственных хозяйств, проведение лесохозяйственных мероприятий, позволяющих существенно увеличить коммерческую ценность древостоев ко времени их главной рубки, распространение правил платного лесоотпуска на рубки промежуточного пользования лесом и пр. Естественно, что в новых условиях ни один из таких источников средств не должен оставаться в пренебрежении.

На наш взгляд, в сфере управления лесным хозяйством страны следует произвести следующие преобразования.

1. Восстановить федеральный центр государственного лесного хозяйства как вершину вертикальной структуры нашей отрасли. Наделить этот центр и его подразделения на местах хозяйственной самостоятельностью (правовой и финансовой). Обязать их осуществить экономические реформы и затем вести правильное лесное хозяйство, в котором его самоокупаемость, а впоследствии и высокая доходность надежно сочетались бы с благополучным состоянием лесов. Для этого необходимо вернуть лесному хозяйству его товарно-денежную суть. Признать, что основным товаром в лесном хозяйстве являются отведенные в рубку лесосеки и что этот товар подлежит реализации на открытых конкурсных торгах. Незамедлительно отказаться от такого убыточного способа организации лесопользования, как сдача лесов в аренду, наносящего государству ущерб в особо крупных размерах.

2. В качестве хорошо проверенного в нашей стране позитивного примера ведения высокодоходного лесного хозяйства в лесах, находящихся в государственной собственности, принять деятельность бывшего Лесного департамента Российской империи. Рассматривать этот пример как вектор, в направлении которого должна развиваться наша отрасль. Следовать этому вектору в повседневной практике и в законотворчестве, в том числе при разработке проекта нового Лесного кодекса, в основу которого должны быть положены не только ныне действующий кодекс, но и проект Лесного устава, получивший одобрение в комитетах Государственной Думы еще в 1913 г. (в стране с социально ориентированной и успешно работавшей рыночной экономикой).

3. Учитывая разнообразие природных условий в России и глубину происшедших социально-экономических изменений, предпочесть путь последовательных реформ. Использовать отечественный позитивный опыт, полученный, в частности, при реализации Лесоохранительного закона 1888 г. [12]. Тогда этот закон вводили в жизнь не одновременно во всех губерниях и краях, а с растяжкой во времени.

4. Чтобы уменьшить число неизбежных в таком сложном деле ошибок, надо опираться не только на исторический опыт и умозаключения, но и на результаты хорошо спланированных крупномасштабных экономических экспериментов. Их объектами могут быть отдельные лесхозы и субъекты Федерации, в отношении которых на оговоренное время были бы внесены изменения в определенные пункты действующих лесных (и не только лесных) законодательных и подзаконных нормативных документов. Проведение таких крайне важных экспериментов, очевидно, возможно только при поддержке Правительства России и заинтересованных депутатов Федерального собрания.

Общим итогом выполнения изложенных рекомендаций может и должно быть не только хорошее состояние наших лесов, но и появление в годичных бюджетах России весомой строки – «Лесной доход страны».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Большаков Б.* О государственной политике в лесном комплексе России // Лесн. газ. – 2000. – № 49.
2. *Вереха П.* Лесные аренды // Энциклопедия русского лесного хозяйства. – С.-Петербург, 1903. – Т. 1. – С. 1193.
3. *Гиряев М.Д.* О мерах повышения экономической эффективности лесопользования // Лесн. хоз-во. – 2000. – № 2. – С. 2-5.
4. Ежегодник Лесного департамента за 1913 г. – Петроград, 1915. – Т. 1, 2.
5. *Иващенко А.* В кабале у доллара // Лит. газ. – 2001. – № 8.
6. *Казанцев А.* Дао тун // Наш современник. – 2000. – № 9, 10.
7. *Кукуев Ю.А.* Итоги работы Государственной лесной службы МПР России // Природно-ресурсные ведомости. – 2001. – № 5.
8. *Лобовиков М.А.* Проблемы экономической организации лесного хозяйства в США // Лесн. журн. – 1999. – № 5. – С. 107-116. – (Изв. высш. учеб. заведений).
9. *Орлов Г.М.* Лесное хозяйство на высшую ступень // Лесн. хоз-во. – 1963. – № 6. – С. 2-4.
10. *Орлов М.М.* Об основах русского государственного лесного хозяйства. – Петроград, 1918. – 132 с.
11. *Петров А.П.* Доходность лесопользования и реформа управления лесами в России // Новости МИЛХП. – 2000. – № 3, т. 1. – С. 9–11.
12. Полное собрание законов Российской империи, 1888. – СПб., 1890. – Т. 8. – С. 150–155.
13. Соревнование за лес в 1925 году ... // Лесовод. – 1926. – № 2. – С. 38–42.
14. *Страхов В.В.* Русский лес на волнах мирового рынка // Лесн. газ. – 1997. – № 21.

-
15. *Фаас В.В.* Результаты бывшего казенного лесного хозяйства к 1914 году / Комиссариат земледелия. – Петроград, 1919. – Табл. 41.
16. Финансово-кредитный словарь. – 1988. – Т. 3. – С. 76.
17. *Шутов И.В.* О ложных ориентирах в лесной политике // Лесн. газ. – 2000. – № 71.
18. Finnish Statistical Yearbook of Forestry / Finnish Forest Research Institute. – Jyvaskyla, 2000. - P. 160, 161, 334–346.

С.-Петербургский НИИ лесного
хозяйства

Поступила 16.05.01

I.V. Shutov

On Forest Profit of Russia

The activity of forest department before the revolution based on standing wood trade is held as an example for low profitability of modern forestry of Russia. The disagreement with forest lease is expressed.

УДК 630*003 (470.5)

В.А. Ивлев

Ивлев Василий Алексеевич родился в 1943 г., окончил в 1966 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Института экономики УрО РАН, член-корреспондент РЭА. Область научных исследований – экономические проблемы природопользования.



**ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМИ РЕСУРСАМИ
УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

Рассмотрена методология управления средозащитными функциями лесных ресурсов. Рекомендуется к внедрению лесной менеджмент, введение «зеленых платежей».

внутрирегиональные различия, «зеленые платежи», модели менеджмента, экология, лесопромышленный комплекс, системы управления.

11

Совокупность способов и средств воздействия управляющего субъекта на леса как объект управления специфична даже в сравнении с другими природными ресурсами.

Рассматривая проблему оценки лесных ресурсов, необходимо прежде всего установить, что следует оценивать на землях лесного фонда. На наш взгляд, это, в первую очередь, территориальное пространство земель лесного фонда, земли лесного фонда, богатство лесных почв, продукты и полезности леса, удовлетворяющие материальные, духовные и культурные потребности человека и в целом общества.

Объектом планирования как основы управления лесным комплексом региона является расширенное воспроизводство лесных ресурсов. Соответственно и методология планирования вытекает из закономерностей расширенного воспроизводства в условиях рынка. Рассмотрение отраслевого разреза процесса расширенного воспроизводства является предметом исследования отраслевых экономик.

На Урале сложилась своя структура потребностей в ресурсах леса. В переходной экономике прослеживается четкая тенденция увеличения их потребления, что обуславливает необходимость расширенного воспроизводства и рационального использования лесных ресурсов.

Широкомасштабная смена в Уральском регионе хвойных лесов мягколистными говорит о преобладании суженного воспроизводства из-за недостаточного финансирования лесного хозяйства.

При переходе к рыночной экономике не была узаконена надежная система финансирования лесного хозяйства. Попытка обеспечить такую

систему предпринята в Лесном кодексе [7], но удастся ли ее реализовать в условиях бюджетного дефицита?

В малолесных и среднелесистых областях Уральского региона (Оренбургская, юго-восток Челябинской, Курганская области, юг Башкортостана), где нет промышленных лесозаготовок, а основным лесопользователем являются сами органы управления лесами (под видом промежуточного пользования), поступлений в бюджет субъектов Российской Федерации для целей воспроизводства вообще не будет.

Изложенное не дает оснований считать предусмотренную Лесным кодексом РФ систему финансирования достаточной, чтобы гарантировать воспроизводство лесов в регионах. К тому же сами лесхозы как местные органы управления лесами не имеют надлежащих стимулов для мобилизации и максимизации лесных доходов в счет платы за используемые ресурсы леса, так как вынуждены в основном рассчитывать лишь на поступления средств из бюджета субъекта РФ, которые могут и не состояться.

В районах с высокой пожарной опасностью эти средства следует употребить, в первую очередь, на профилактические мероприятия по охране лесов, используя потенциал способов естественного возобновления. Доля же искусственного возобновления в общем объеме лесовосстановления на Урале за 1993–2000 гг. уменьшилась до 20 %.

Способы возобновления следует увязывать со способами не только рубок, но и ухода за формирующимися молодняками. Лишь в этом случае можно говорить о сравнительной оценке затрат на лесовыращивание.

Однако минимальная плата и отчисления от нее на финансирование отрасли далеко не исчерпывают всех ее нужд. В кодексе ничего не говорится об источниках финансирования мероприятий по расширенному воспроизводству лесных ресурсов, в том числе повышению продуктивности лесов.

Что же касается нерыночных ресурсов и услуг леса, приоритетных в лесах первой группы, включая зеленые зоны и лесопарки, то, поскольку они служат всему обществу (как общественные блага), их финансирование в ряде стран в зависимости от значимости предлагается осуществлять из соответствующих бюджетов, т. е. за счет налогоплательщиков, при условии принятия закона. Чтобы подготовить его и провести в жизнь, потребуется непростая работа по согласованию со всеми взаимодействующими партнерами.

По опыту стран с развитой рыночной экономикой мы предлагаем ввести и принять на законодательном уровне Российской Федерации специальные налоги – «зеленые платежи». Невозможно обеспечить экономическое развитие на основе радикально модифицированной рыночной системы и природно-экологическую устойчивость на основе теории биотической регуляции окружающей среды без надлежащего финансирования воспроизводства лесных ресурсов, повышения их продуктивности в современный период [2, 3].

Большая категория лесов, затраты на содержание которых надо определить, не используется в хозяйственных целях. Для организации устой-

чивого управления ими, надежной охраны от пожаров, вредителей и браконьеров требуется не только хорошо организованная лесная служба (а это предполагает не нынешние оплату труда и условия жизни), но и мобильные средства связи, сеть опорных пунктов для соответствующих средств предупреждения и борьбы с аномалиями.

Из изложенного следует, что проблема финансирования лесного хозяйства представляется нам как многоканальная по отношению к источникам и многоуровневая по отношению к системе поступления средств на разные нужды лесопользования [4, 5].

Лесной фонд Уральского экономического района (УЭР) занимает территории двух республик и пяти областей, входящих в Уральский регион, и составляет 42,25 млн га, или 3,7 % от площади земель лесного фонда России (леса России 1125 млн га). Распространение лесов по территории Урала неравномерное. Наряду с обширными безлесными или почти лишенными лесной растительности пространствами в Оренбургской, на юге Челябинской областей и в Башкортостане, огромные территории Свердловской и Пермской областей почти сплошь заняты лесами.

Общая лесная площадь достигает 42 млн га; лесистость 43,5 %, что на 1,2 % ниже, чем в Российской Федерации. Показатель лесистости имеет тенденцию к увеличению. По областям и республикам, входящим в УЭР, он варьирует от 68,9 % в Пермской до 4,4 % в Оренбургской области. Наибольшая доля лесопокрытой площади приходится на Свердловскую и Пермскую области. Известно, что наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности создаются в регионах с лесистостью не менее 40 %. На Урале этим требованиям соответствуют Пермская (68,9 %), Свердловская (66,5) области и Удмуртия (44,8), приближается к данному показателю Башкортостан (38,4%). Лесистость Курганской области недостаточна (18,0 %), Челябинской – низкая (10,8 %), Оренбургской – очень низкая (4,4 %).

Доля лесов первой группы в УЭР на 8 % выше, чем в целом по России. На Урале площадь хвойных лесов составляет 15,5 млн га, или 53,6 %, а запас 2353,6 млн м³, или 58,0 %. На территории наиболее лесистых Свердловской и Пермской областей площадь хвойных лесов соответственно 86,4 и 64,7 %, запас 69,6 и 67,1 %. Эти показатели наглядно характеризуют чрезвычайно важную эколого-экономическую роль уральских лесов в смягчении экологической ситуации в УЭР, одном из наиболее кризисных в этом плане регионов России.

Доля земель, занятых лесными культурами на покрытой лесом площади, в Российской Федерации составляет 2, в УЭР – 8 %. По крупным административным единицам Урала она распределяется следующим образом: Курганская область – 18,0 %, Оренбургская – 22,0, Пермская – 6,0, Свердловская – 5,6, Челябинская – 10,8, Республика Башкортостан – 8,5, Республика Удмуртия – 21,2 %.

Хищнические рубки главного пользования в хвойных лесах Урала, проводимые в 60–80-е гг. XX столетия с нарушением эколого-лесоводственных требований, привели к значительному трансформирова-

нию основных лесообразующих пород на вырубках, так как 1/3 вырубаемых хвойных лесов Урала возобновляется мягколиственными породами.

По данным последнего учета, значительная часть гослесфонда УЭР представлена спелыми и перестойными насаждениями. По площади (9,15 млн га) на их долю приходится 31,0 %, по запасу (1,75 млрд м³) – 42,7 %. За десятилетний период эти показатели значительно уменьшились. На 01.01.83 г. площадь спелых и перестойных насаждений составляла 10 млн га, по запасу – 1,9 млрд м³ и на их долю приходилось 34,0 и 48,3 %.

Специфическая особенность уральских лесов – недостаточная представленность припевающей части насаждений (около 10 % по площади). Следовательно, в будущем их роль в пополнении эксплуатационной части лесов будет незначительной. Поэтому резкое снижение лесозаготовок на Урале в период экономического кризиса является положительным фактором. Молодняки в Свердловской области занимают 2,87 млн га, или 26,6 %, в Пермской – 3,28 млн га, или 36,6 % площади.

Одним из важных экономических и лесоводственных показателей является средний запас древесины на 1 га. Он имеет устойчивую тенденцию к увеличению по областям и республикам региона за последнее учетное десятилетие (1983–1993 гг.). Так, по учету на 01.01.83 г. средний запас древесины варьировал от 103 м³ на 1 га лесопокрытой площади (Оренбургская область) до 138 м³ (Свердловская и Пермская области). По учету на 01.01.93 г. он составил: Российская Федерация – 103,4, Уральский экономический район – 138,9, Пермская область – 130,0, Курганская – 137,7, Оренбургская – 121,0, Челябинская – 140,2, Свердловская – 144,7, Башкортостан – 144,5, Удмуртия – 144,7 м³. Запас хвойных спелых и перестойных насаждений на 1 га повсюду выше среднего: от 189,1 (Свердловская область) до 406 м³ (Оренбургская). В среднем по УЭР на 01.01.93 г. он равнялся 200,2 м³, что выше среднероссийского на 51,5 %.

Тенденция увеличения эколого-экономического потенциала лесов подтверждается ростом текущего среднего прироста насаждений. В целом по Уральскому региону на 01.01.83 г. он составлял 2,06 м³ на 1 га лесопокрытой площади, варьируя от 1,7 м³ в Свердловской области до 3 м³ в Удмуртии. Рост этого показателя связан с омолаживанием лесов рубками и усилением хозяйственного воздействия на них, вызванного спросом и предложением на лесные товары и продукты в период формирования рыночных отношений. По состоянию на 01.01.93 г. текущий средний прирост по Уралу составлял 2,52 м³ и превышал среднероссийский в 2,17 раза. По областям и республикам УЭР этот показатель распределялся следующим образом: в Свердловской области – 2,32, Пермской – 2,32, Башкортостане – 2,68, Челябинской – 2,90, Оренбургской – 2,95, Курганской – 3,30, Удмуртии – 3,51 м³.

Исследованиями уральских ученых установлено, что фактическая производительность насаждений в таежной зоне ниже потенциальной в среднем на 20 ... 30 %, а на Южном Урале возрастает до 40 %.

Несмотря на предоставленную свободу действий, многие лесхозы далеко не полностью используют имеющиеся возможности. Есть среди них

напоминающие монополистов, которым порой достаточно пустить в лес (например на правах аренды) одного-двух лесопользователей (но крупных), чтобы обеспечить себе сносное существование. При этом лес зачастую используется не комплексно, а экстенсивно. Эксплуатируется его определенный ресурс, чаще всего просто вырубается древесина (предпочтительно хвойная) необходимого сортимента в облюбованном месте.

Альтернатива видится в следующем: леса третьей группы и другие леса эксплуатационного назначения лесхозу следует рассматривать прежде всего как источник дохода, а последний — как один из основных источников финансирования работ в лесном хозяйстве и развития его социальной сферы. Для этого потребуются прежде всего больший порядок при заключении арендных договоров и контроле за ходом их выполнения, расширение аукционов по продаже древесины, развитие рекламы. Эти меры, наряду с усилением внимания государства к лесному комплексу, особенно к базовой его части – лесозаготовительной промышленности, при правильном расчете региональных показателей стоимости леса на корню будут способствовать развитию лесного дела и оживлению лесного рынка. Для этого есть все основания, но требуются нормативные акты, регулирующие предпринимательскую деятельность лесхозов.

При внедрении арендных отношений важно выявить изменения, происшедшие в лесном фонде в результате хозяйственной деятельности арендатора, т. е. соответствие фактических характеристик лесного фонда зафиксированным в разрешительных документах. На основании этого делают вывод о соответствии работы арендатора заданным требованиям, что является также критерием выполнения стратегии ведения лесного хозяйства [1, 6, 11].

Стратегической задачей лесопользования является внедрение ресурсосберегающих технологий в лесопромышленном комплексе и ресурсосбережения в целом в лесном комплексе. Это важнейший управленческий вопрос, который влияет на эффективность использования лесных ресурсов, их воспроизводство, на экономику страны. Ресурсосбережение в отраслях лесного комплекса Уральского региона – чрезвычайно актуальная проблема. Его цель – повышение производительности лесов, удовлетворение потребностей народнохозяйственного комплекса во всех лесосырьевых ресурсах при наиболее полном использовании экологических (водоохранные, водорегулирующие, мелиоративные, климаторегулирующие, защитные и др.) и рекреационных (санитарно-гигиенические, ландшафтно-эстетические, оздоровительные и др.) функций леса.

Например, в Свердловской области сосредоточено около 1,52 % лесопокрытой площади от лесного фонда Российской Федерации и 1,5 % запаса лесных насаждений. Лесопромышленный комплекс области занимает довольно значительное место в экономике лесной индустрии России (6,5 %), но в объеме промышленной продукции области его доля всего 1,94 %; в 80-х гг. эта цифра достигала 4,8 %. Однако на предприятиях комплекса занято более 6 % всех работающих в промышленности области. Применение ре-

сурсосберегающих технологий во всех отраслях лесопромышленного комплекса, прогрессивное развитие структуры лесного комплекса и эффективное воспроизводство лесных ресурсов – важнейшие элементы и компоненты рационального природопользования.

Эффективность деятельности отраслей лесного комплекса Свердловской области, в свою очередь, предполагает разработку стратегии их интенсивного развития. Она предусматривает проведение необходимых организационно-экономических мер, с тем чтобы лесопромышленный комплекс управлялся, планировался и финансировался как единое целое на основании «Программы реструктуризации и развития предприятий лесопромышленного комплекса Свердловской области на 1999–2000 годы» [9].

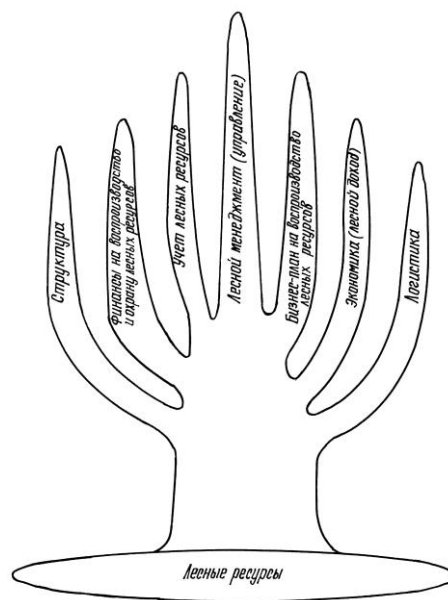
Настоящий период экономических реформ можно назвать и временем управления в широком смысле понимания этого раздела экономики. За последние годы заметной реальностью стал смешанный сектор экономики, который развивается в форме группового бизнеса. Данная тенденция характерна и для лесного сектора в Уральском регионе. Связанное с этим усложнение управленческих задач придает проблеме менеджмента поистине большое звучание.

По мнению западных ученых, эффективность управления определяют восемь характерных черт, которыми обладают ведущие американские компании и фирмы [8]: 1) ориентация на энергичное и быстрое действие; 2) постоянный контакт с потребителем; 3) предоставление людям известной автономии, поощряющей их предприимчивость; 4) рассмотрение людей как главного источника повышения производительности труда и эффективности производства; 5) связь с жизнью; усиленный акцент на ценности данного бизнеса, имеющие ключевое значение; 6) ограничение своей деятельности тем, что знаешь и умеешь лучше всего; 7) простота форм управления, немногочисленность управленческого штата; 8) одновременное сочетание в управлении свободы в одном с жесткостью в другом.

В России в настоящий момент можно условно выделить три модели управления.

Во-первых, это менеджмент здравого смысла. Бизнес на первой стадии был довольно простым, менеджмент здравого смысла тоже был незатейливым, но по мере роста компаний его просто перестало хватать для управления.

По второй модели на россий-



Дерево управления лесными ресурсами

ском рынке работают западные фирмы. Преувеличивать влияние западной культуры менеджмента на российские дела не нужно, но нельзя и не заметить некоторых ее следов.

В третьих, весь смысл менеджмента – «увязывать все между собой», т. е. грамотно все организовывать.

Если плановая экономика СССР насчитывала около десяти типов объединений предприятий, а западная рыночная экономика – примерно сто, то в сегодняшней России число предприятий бизнеса перевалило за многие сотни [10].

Все это дает основание говорить о типологическом разнообразии в управлении. В условиях российской действительности наука и практика, совершенствуя и реформируя указанные модели управления, выработала схему, показанную в виде дерева эффективного управления (см. рисунок).

Как видно из рисунка, приоритетными направлениями в модели лесного менеджмента являются: структура, финансы на воспроизводство и охрану лесных ресурсов, учет лесных ресурсов, бизнес-план на воспроизводство лесных ресурсов, экономика (лесной доход), логистика (организация). Для успешного внедрения этих направлений в лесном менеджменте в 2001 г. следует завершить процесс преобразования в Министерстве природных ресурсов России до низовых звеньев (лесхозов) и сделать их инициаторами внедрения организационных технологий в системе государственного управления лесными ресурсами на муниципальном уровне.

Лесной комплекс региона, являясь важнейшим компонентом биосферы и средством оптимизации количественного и качественного баланса в экосистеме региона, оказывает значительное влияние на развитие и размещение производств, связанных не только с использованием древесных ресурсов. Он формирует оптимальный для данной природной зоны гидрологический режим рек, влияет на климат собственной и прилегающих территорий, регулирует режим испарения влаги, режим и силу ветров, препятствует смыву почв, участвует в процессе регулирования содержания углекислоты в атмосфере и продуцировании кислорода.

В условиях Свердловской области, как показывают научные исследования Института экономики УрО РАН и других исследователей, наиболее эффективным альтернативным вариантом является использование лесов для экологических целей.

Подтверждением служит следующий пример. Леса Свердловской области продуцируют ориентировочно 55 млн т свободного кислорода в год. Средняя «производительность» 1 га лесов составляет примерно 5,5 т, не-лесных территорий – около 2 т в год (что обеспечивает получение около 9 млн т кислорода) [12]. Следовательно, на основе фотосинтеза вся растительность Свердловской области ежегодно вырабатывает около 64 млн т атмосферного кислорода.

Анализ расчетов годового объема потребления свободного кислорода на различные цели (220 млн т в год, в том числе на техногенные – 120 млн т в 1996 г. [12]) и годового объема его продуцирования зелеными

насаждениями показывает огромный дисбаланс этого природного ресурса на территории Свердловской области. Превышение объема потребления составляет ориентировочно 160 млн т, только на техногенные цели – в 2 раза.

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Лесные ресурсы Уральского региона являются совокупностью средообразующих и сырьевых компонентов, обеспечивающих экологическое равновесие в биосфере и нормализующих среду обитания человека.

2. Критерием успеха в управлении лесными ресурсами бесспорно является разумный подход к созданию организационно-управленческого механизма, который позволит в значительной мере повысить эффективность использования лесных ресурсов для многофункциональных целей в регионе.

3. Предложенная модель позволяет более эффективно управлять лесными ресурсами в регионе в целях увеличения их экологических функций.

4. Доля лесопромышленного комплекса в общем объеме производства в УЭР невелика: от 0,5 % в Оренбургской области до 7,2 % в Пермской. Тем не менее по заготовкам, обработке и химической переработке древесного сырья комплекс является очень нужным звеном в экономике региона. Ведущее место принадлежит лесозаготовительному производству, поскольку интенсивная лесозаготовка привела к сильному сокращению запасов древесины, и в данное время наблюдается недостаток высокопродуктивных лесов в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белаенко А.П., Русова И.Г.* Динамика лесного дохода // Лесн. хоз-во. – 1996. – № 3. – С. 46-48.
2. *Горшков В.Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни. – М.: ВИНТИ, 1995.
3. *Данилов-Данильян В.И.* Исходные положения устойчивого развития. – М., 1999. – (Устойчивое развитие: Обзор. информ. ВИНТИ; № 4. – С. 3-9).
4. *Ивлев В.А.* Управление лесными ресурсами региона (аспект устойчивого развития). – Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – 467 с.
5. *Каракчиев А.А.* Республика Коми управляет лесным доходом // Лесн. экономич. вестн. – М., 2000. – № 2(24). – С. 3-7.
6. *Лазарев А.С.* Финансовые проблемы в управлении лесным хозяйством // Лесн. хоз-во. – 1996. – № 4. – С. 22-25.
7. Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: Известия, 1997. – Вып. 3(39). – 85 с.
8. *Питерс Т., Ротермен Р.* В поисках эффективного управления. – М.: Прогресс, 1996. – 418 с.
9. Постановление Правительства Свердловской области от 24.11.99 г. № 1344-ПП «Программа реструктуризации и развития предприятий лесопромышленного комплекса Свердловской области на 1999–2005 годы».
10. Семь нот менеджмента / Под ред. А. Бочкарева и др.; Изд. 3-е, доп. – М.: ЗАО «Журнал Эксперт», 1998. – 424 с.

11. *Успенский В.В.* и др. Организация рекреационного пользования лесами Усманского бора на условиях аренды // Лесн. хоз-во. – 1998. – № 3. – С. 48-49.
12. *Щербаков Д.И.* Экономический механизм стимулирования охраны атмосферы: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Екатеринбург, 1999. – 23 с.

Институт экономики УрО РАН

Поступила 24.01.01

V.A. Ivlev

Peculiarities of Forest Resources Management in the Ural Region

Methodology of environmental protection functions of forest resources is analyzed. Forest management and "green payments" are recommended for introduction.

УДК 65*08.01

Ле Ан Туан, А.И. Смирнова

Ле Ан Туан родился в 1968 г., окончил в 1992 г. С.-Петербургскую лесотехническую академию, аспирант кафедры экономики и управления лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов СПбЛТА.



Смирнова Альбина Ивановна родилась в 1937 г., окончила в 1959 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов СПбЛТА. Имеет более 50 научных трудов в области организации, планирования и управления предприятиями лесопромышленного сектора.



ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБОСНОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОЗАГОТОВОК В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ ХОЛДИНГЕ

Сформированы дополнительные экономические условия оценки эффективности новых технологических вариантов лесозаготовительных производств в составе лесопромышленных холдинговых компаний.

холдинги лесопромышленные, классические, предлагаемый тип, технология, организация.

Современное положение лесозаготовительной, деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности России отражает общее кризисное состояние экономики и осложняется рядом специфических особенностей.

Наиболее уязвимой в лесном комплексе оказалась лесозаготовительная отрасль. К началу формирования рыночных отношений отрасль не имела современной технической и технологической базы: на лесозаготовительные предприятия поступали в основном морально устаревшие модели машин и оборудования; современная техника изготавливалась на отечественных машиностроительных предприятиях в ограниченных количествах. В результате такой технической политики уровень механизации труда в лесозаготовительном производстве к 1990 г. не превышал 40 %.

После акционирования лесозаготовительная отрасль была представлена многими мелкими предприятиями, расположенными в основном в удаленных лесных районах, оторванных от крупных центров переработки древесины. Экономика таких предприятий обременена расходами на содержание социально-бытовой сферы лесных поселков. Это привело к резкому

увеличению себестоимости лесопродукции и уменьшению спроса на нее со стороны традиционных покупателей. В результате значительно сократились производственные мощности в лесозаготовительном производстве, что отрицательно сказалось на деятельности предприятий деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

За последние годы не только сократился ввод новых, но заметно ускорился процесс выбытия действующих мощностей. Инвестиции, выделяемые на нужды производственного и непромышленного строительства, крайне ограничены. Прекращено строительство новых объектов, а ранее начатые заморожены на неопределенное время.

Казалось [1–3], выходом из создавшегося положения может быть создание лесопромышленных холдинговых компаний (ЛПХК), получивших государственную поддержку. Однако практика функционирования ЛПХК показала, что создание таких интегрированных структур «сверху» не привело к ощутимым результатам [1]. По нашему мнению, интеграционные процессы в лесопромышленном секторе России должны развиваться путем создания классических холдингов.

Классический холдинг, модель которого показана на рис. 1 и 2, представляет собой общество, созданное крупными собственниками для управления дочерними предприятиями через систему участия. Владея контрольным пакетом акций многих предприятий, холдинговая компания

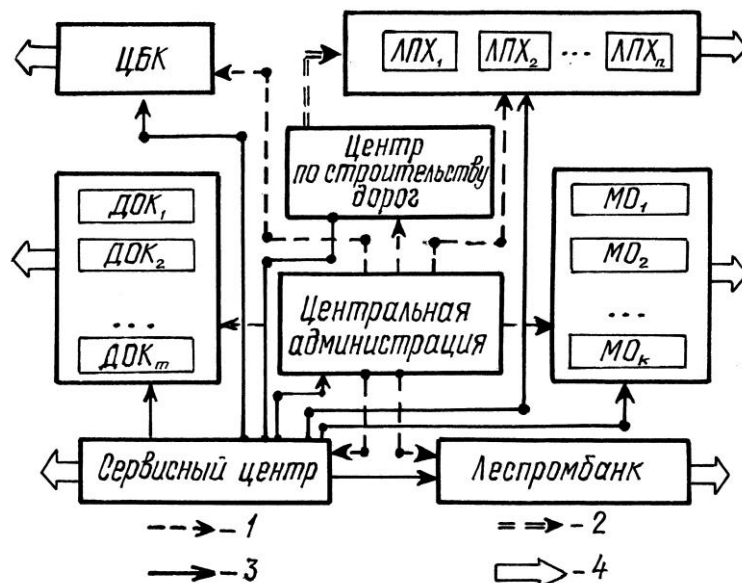


Рис. 1. Схема движения продукции и услуг: 1 – услуги центральной администрации; 2 – услуги центра по строительству дорог; 3 – услуги сервисного центра; 4 – выход конечной продукции на внешний рынок

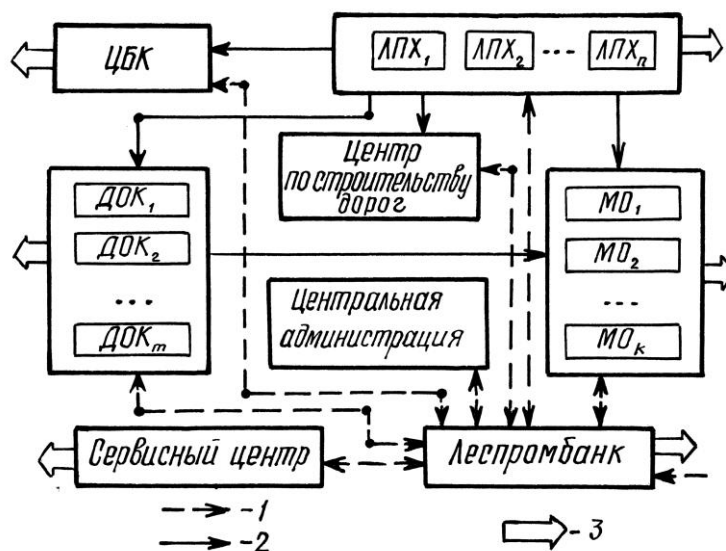


Рис. 2. Схема движения финансовых и лесосырьевых потоков внутри холдинга: 1 – движение финансовых потоков; 2 – движение лесопроизводства внутри холдинга; 3 – выход конечной продукции на внешний рынок

направляет их развитие. Таким образом достигается централизация управления с децентрализацией оперативной хозяйственной деятельности предприятий.

Лесопромышленные холдинговые компании (ЛПХК) создаются путем включения предприятий, выполняющих последовательные стадии производства от заготовки древесного сырья (леспромхозы) до глубокой переработки древесины (ЦБК, ЛДК, гидролизные заводы, мебельные фабрики и др.). При этом холдингообразующими, т. е. головными, очевидно, станут крупные перерабатывающие производства, возможно, войдут и нелесные предприятия, НИИ.

Одной из главных целей создания холдингов является техническое перевооружение всех отраслей российского лесопромышленного сектора. Особого подхода требует политика технического развития лесозаготовительной отрасли, формирующей основу существования холдинга – лесосырьевой рынок.

Взаимоотношения между подразделениями (дочерними предприятиями) ЛПХК представлены схематично на рисунке.

Движение конечной продукции и услуг показано на рис. 1; продукцию (услуги) на внешнем и внутреннем рынках реализуют почти все подразделения. Центральная администрация оказывает услуги внутри холдинга; центр по строительству дорог также должен обеспечивать, прежде всего, внутренние потребности.

На рис. 2 показано движение лесосырьевых и финансовых потоков внутри ЛПХК. Очень важную роль в холдинге играет банк, который поможет предприятиям накопить капитал и правильно его перераспределить с учетом очередности развития производств.

При формировании новых технологических вариантов развития лесозаготовок необходимо, чтобы инвестиции приносили наибольший эффект. Это возможно на основе следующих экономических подходов к формированию технологических вариантов.

1. Технологические варианты организации лесозаготовительных производств следует разрабатывать с использованием ячеечно-продуктовых форм, позволяющих всем работникам действовать более свободно, творчески и эффективно на любом участке работы [2].

2. Приоритет вывозки древесного сырья должен отдаваться внутреннему рынку ЛПХК, часть лесопродукции будет поступать на внешний рынок.

3. Эффективность технологических вариантов лесозаготовок необходимо обосновывать с учетом затрат на доставку древесного сырья и лесопродукции внутри ЛПХК различными видами транспорта [1].

4. Централизация работ по строительству лесовозных дорог в рамках ЛПХК позволит вовлекать в эксплуатацию новые лесосырьевые базы, что приведет к увеличению объемов лесозаготовительного производства, а значит, и объемов поставки сырья, нужного для оздоровления лесоперерабатывающих производств.

5. Единый сервисный центр в составе ЛПХК даст возможность резко повысить качество и снизить трудоемкость технического обслуживания и ремонта оборудования в предприятиях холдинга.

Учет указанных аспектов при обосновании эффективности позволит выбрать наиболее представительные варианты развития лесозаготовительных производств и оценить экономическую эффективность их внедрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булыгина Н.Н. Оценка влияния природно-производственных факторов на эффективность лесозаготовок (на примере Архангельской области): Дис. ... канд. экон. наук. – Архангельск, 1999. – 22 с.

2. Гавриленко В.И. и др. Ячеечная форма организации производства на лесопромышленных предприятиях / В.И. Гавриленко, А.И. Смирнова, М.И. Кныш, Н.М. Гончарова // Организационно-экономические вопросы повышения эффективности функционирования лесного комплекса Ленинградской области: Сб. науч. тр. / ЛТА. – СПб., 1997. – С. 102-123.

3. Кныш М.И. Лесной комплекс Ленинградской области: состояние и перспективы. – СПб., 1997.

С.-Петербургская лесотехническая
академия

Поступила 10.01.01

Le An Tuan, A.I. Smirnova

Economic Approaches to Harvesting Technologies Substantiation in Forest Industrial Holding Company

The additional economic conditions are formed for estimating the efficiency of new technological versions of forest harvesting operations within the forest industrial holding company.

УДК 658.1.000.13

А.Е. Кожин

Кожин Анатолий Евгеньевич родился в 1958 г., окончил в 1986 г. Ленинградский электротехнический институт, вице-президент АКБ «Московский индустриальный банк», начальник Северо-Западного регионального управления. Область научных интересов – экономика и финансы лесопромышленного комплекса.



ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Разработана методика оценки экономической эффективности слияний и поглощений предприятий. Для этих целей предложены показатели максимальной цены покупки и эффекта интеграции.

слияния, поглощения, интегрированные структуры, транзакционные издержки, экономии, стоимость покупки компании.

Начиная с 1994 г. в лесопромышленном комплексе Архангельской области постоянно происходят как интеграционные, так и дезинтеграционные процессы. На наш взгляд, в большинстве случаев оценка экономической эффективности слияний и поглощений не проводилась, а финансово-экономическим показателям работы скупаемых предприятий уделялось мало внимания.

Приватизация государственных предприятий в лесной отрасли определила в основных чертах тенденции развития интеграционных процессов. В 1992–1994 гг. государство пыталось связать лесопромышленные предприятия, механически собирая оставшиеся в государственной собственности пакеты акций и учреждая холдинговые компании «сверху». Когда 95 % предприятий отрасли стали частными, новые собственники путем слияний и поглощений сделали все возможное, чтобы расширить и укрепить свой бизнес за счет покупки более мелких и неэффективно управляемых предприятий. В 1999–2001 гг. нескольким крупным перерабатывающим предприятиям области удалось завладеть контрольными пакетами акций лесозаготовителей, расположенных в районах с наибольшими лесосырьевыми запасами. Фактически на большей части предприятий области к этому времени определились собственники, обладающие исключительным правом решать все вопросы, касающиеся развития предприятий.

В средствах массовой информации то и дело появляются сообщения о банкротствах одних предприятий и создании на их основе новых, а также о покупке и продаже акций финансово устойчивых лесопромышленных предприятий. Интерес новых собственников, занимающихся переработкой, направлен как «назад», к поставщикам лесосырьевых ресурсов, так и «впе-

ред», к сбытовикам. Кроме того, целлюлозно-бумажные комбинаты, например, склонны к так называемой «родственной» интеграции с деревообрабатывающими предприятиями, использующими в своем производстве какие-либо виды лесопроизводства как сырье.

При этом, однако, очень часто возникали ситуации, когда несколько потенциальных собственников в борьбе за акции интересующих их предприятий переплачивали значительные премии, а в результате получали мало обеспеченные акции. Такие случаи, в принципе, характерны для любого передела собственности. Не случайно и зарубежные эксперты отмечают, что до 60 % слияний не окупают вложенных в них средств [4].

Чтобы избежать этих потерь при планировании любого слияния или поглощения, необходимо всесторонне оценивать экономическую эффективность интеграции предприятий. В странах с развитой рыночной экономикой уже разработаны методологические основы оценки слияний и поглощений. Это определение экономических выгод и издержек, сравнительный анализ и дисконтирование потоков денежных средств.

При попытке использования перечисленных методов в российской практике мы натолкнулись на ряд трудностей. Во-первых, для того чтобы собрать рыночную информацию об интегрируемых предприятиях, необходим организованный рынок акций, который в Архангельской области пока не сложился. Акции лесопромышленных предприятий области не котируются ни на одной фондовой бирже, поэтому за «рыночную» цену в расчетах принята средняя цена акций по данным одного из местных инвестиционных фондов. Во-вторых, практически невозможно выяснить достоверную информацию о денежных суммах, уплаченных лесоперерабатывающими предприятиями за контрольные пакеты акций леспромхозов.

На активных западных рынках корпоративного контроля, основываясь на информации о 8-10 аналогичных поглощениях, аналитики могут определить, в каких интервалах должны находиться рациональные коэффициенты и рациональная стоимость поглощения. Любая стоимость выкупа в этом промежутке будет приемлемой ценой поглощения с точки зрения цен, уплаченных другими компаниями.

Среди исследований российских ученых, занимающихся оценкой экономической эффективности вертикальной интеграции предприятий, особенно интересны работы Ю. Масленченкова [2] и В. Малышева [1]. Они адаптированы к российской действительности, хотя и недостаточно полно описывают все экономические эффекты и затраты, методы их расчета.

Оценка экономической эффективности вертикальной интеграции лесопромышленных предприятий должна опираться на ретроспективные данные о деятельности поглощающей и поглощаемой компаний за 5–10-летний период. Проанализировав ретроспективу, можно начинать прогнозировать объемы производства, цены и затраты компаний для ситуации, как если бы они работали независимо друг от друга. При составлении прогнозов можно опираться как на тенденции динамики основных показателей

деятельности предприятий, так и на прогнозы цен, разработанные отраслевыми международными и российскими организациями.

Поскольку интегрированные предприятия выпускают продукцию разного ассортимента, ее рентабельность будет различаться. А так как цены на лесопroduкцию колеблются и чаще всего асинхронно [5], то можно использовать конъюнктуру рынка для получения максимальной прибыли.

Схематически модель оптимизации выпуска продукции вертикально-интегрированной структуры (ВИС) можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned} \max Z &= \sum_{i=1}^m c_i X_i ; \\ \Sigma a_i x_i &\leq b; \\ x_1, x_2, \dots, x_i &\geq N_1, N_2, \dots, N_i, \end{aligned}$$

где Z – целевая функция максимизации суммарной прибыли всей ВИС;

c_i – прибыль на единицу продукции;

X_i – объем производства i -го вида продукции;

a_i – норма расхода сырья на i -й вид продукции;

b – максимально возможный объем поставок лесозаготовительной продукции на перерабатывающие производства;

N_i – минимально допустимый объем производства i -го вида продукции;

m – количество видов выпускаемой продукции ВИС.

Дополнительную прибыль от диверсификации деятельности ВИС ($\Delta\Pi_{\text{див}}$) можно рассчитать по формуле

$$\Delta\Pi_{\text{див}} = Z - \sum_{i=1}^m Z_i ,$$

где Z_i – прибыль от производства i -го вида продукции независимого предприятия.

Таким образом, сравнивая уровень прибыли отдельных независимых предприятий и оптимизированную прибыль ВИС, получаем дополнительную прибыль от диверсификации деятельности.

Затем рассчитываем дополнительную прибыль от экономии текущих производственных издержек:

$$\mathcal{E}_{\text{т.з}} = \sum_{i=1}^{n-1} \Pi_i ,$$

где Π_i – прибыль производственных подразделений, выпускающих продукцию в рамках ВИС для дальнейшей переработки, в условиях самостоятельной работы;

n – число звеньев технологической цепи.

Полученная на этом этапе дополнительная прибыль есть не что иное, как прибыль от использования трансфертных цен между субъектами ВИС. При таком внутреннем механизме расчета промежуточная продукция учитывается фактически не по ценам, а по себестоимости, и вся прибыль

образуется в результате реализации конечной продукции. Так, например, если ЦБК поглощает деревообрабатывающие и лесозаготовительные предприятия, то используются трансфертные цены на пиловочник, балансы и технологическую щепу. Вся прибыль образуется в результате реализации продукции с высокой добавленной стоимостью: экспортных пиломатериалов и целлюлозы, картона, бумаги и т. д.

Дополнительной прибылью от экономии текущих производственных издержек такой ВИС будет вся прибыль леспромпхозов и лесозаводов от реализации технологической щепы, если бы они работали самостоятельно. При таком механизме взаиморасчетов новый собственник – поглощающее предприятие – будет нести ответственность за своевременное «вливание» инвестиций в деревообрабатывающие и лесозаготовительные предприятия.

Следующий этап нашей методики – расчет экономии транзакционных издержек. Какие конкретно издержки мы можем сюда отнести? *Ex ante* таковыми являются затраты на составление проекта контракта, проведение переговоров, обеспечение гарантий реализации соглашения. Учитывая, что в рамках ВИС все взаимоотношения устанавливаются между «своими» юридическими и физическими лицами, вместо перечисленных выше затрат будут иметь место расходы на составление внутрифирменных положений, так как необходимость в переговорах отпадает, а гарантией выполнения соглашений будут общие собственность и менеджмент. *Ex post* издержки включают в себя затраты, связанные с плохой адаптацией к непредвиденным событиям (при нарушении механизма сделок – к обстоятельствам их реализации); с тяжбами, возникающими в результате сбоев в контрактных отношениях, привлечением третьей стороны, к которой обращаются для урегулирования конфликтов; с точным выполнением контрактных обязательств. Естественно, в рамках ВИС судиться будет просто не с кем, а все проблемы будут решаться внутри компании ее менеджментом.

Для того чтобы рассчитать экономию транзакционных издержек, необходимо проанализировать статистические данные обо всех перечисленных расходах за последние 5 ... 10 лет – период, когда поглощающее и поглощаемое предприятия действовали независимо друг от друга. На практике же определить транзакционные издержки весьма непросто, большей части менеджеров и собственников предприятий даже в голову не приходит их считать, а тем более анализировать. По мнению современных ученых, на долю транзакционных издержек в развитых странах мира приходится около 50 % валового национального продукта [3], но их измерение связано с немалыми трудностями, так как детали реальных хозяйственных сделок нередко окутаны коммерческой тайной. Тем не менее, если предприятия захотят провести всестороннюю оценку экономической эффективности поглощения того или иного субъекта, сбор информации о транзакционных издержках между ними не представит особой трудности. Экономия транзакционных издержек ($\mathcal{E}_{т. и}$) определится по формуле

$$\mathcal{E}_{т. и} = TI_{до} - TI_{после},$$

где $TI_{до}$, $TI_{после}$ – транзакционные издержки до слияния и в рамках ВИС.

Произведем далее расчет экономии управленческих расходов. В результате поглощения одного предприятия другим в большинстве случаев управленческая команда меняется, а так как стратегическое руководство теперь осуществляется поглощающей компанией, неизбежно сокращение управленческого аппарата. Кроме того, объединенная собственность на активы позволяет при слиянии не интегрированных ранее стадий производственного цикла реализовывать экономию от принятия адаптивных последовательных решений. При расчете потенциальной экономии управленческих расходов, на наш взгляд, необходимо проанализировать уже совершившиеся аналогичные слияния и скорректировать полученные данные на размеры и специфические особенности оцениваемого слияния. Если получить рыночную информацию по этому вопросу невозможно, остается только запланировать необходимое для эффективного управления (с точки зрения поглощающего предприятия) сокращение управленческих расходов. Экономии управленческих расходов ($\mathcal{E}_{у.р}$) находим по формуле

$$\mathcal{E}_{у.р} = UP_{до} - UP_{после},$$

где $UP_{до}$, $UP_{после}$ – управленческие расходы до интеграции и в рамках ВИС.

Затем рассчитаем экономию (прирост) налоговых отчислений. При этом принципиальным является вопрос, в какой форме и до какой степени осуществляется поглощение. В странах с развитой рыночной экономикой интегрированные компании могут использовать консолидированную отчетность – сводную бухгалтерскую отчетность о деятельности и финансовых результатах материнского и дочерних обществ в целом. Взаимный оборот ассоциированных внутри монополий компаний исключается из консолидированного баланса во избежание двойного счета. В российском законодательстве консолидированную отчетность могут вести только финансово-промышленные группы и кредитные организации. Рассматриваемые нами ВИС, созданные на базе лесопромышленных предприятий, к этим категориям не относятся. Поэтому экономия на налогах на прибыль и добавленную стоимость будет иметь место только в том случае, если поглощающее предприятие получит полный контроль над поглощаемым и последнее утратит статус юридического лица. Однако многие из поглощенных лесозаготовительных предприятий, являясь закрытыми акционерными обществами, остались юридическими лицами; поэтому при существующем законодательстве трудно достичь экономии на налоговых платежах.

Когда одно предприятие поглощает другое, оно берет на себя ответственность за его развитие и должно планировать инвестиции в основные и оборотные средства. Если целлюлозно-бумажный или деревообрабатывающий комбинат приобретает леспромхоз, возникает необходимость в обновлении лесозаготовительной техники и оборудования, создании межсезонных запасов древесины. К сожалению, в реальной практике слияний эти расходы не планируются, а когда выясняется необходимость значительных инвестиций в поглощенное предприятие, интерес к нему пропадает. Поэто-

му при оценке экономической эффективности вертикальной интеграции предприятий необходимо заранее учитывать объемы финансовых вложений в основные и оборотные средства.

Сумма всех дополнительных выгод и издержек и будет составлять эффект интеграции (за некоторый период времени):

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \Pi_{\text{див}} + \mathcal{E}_{\text{г.з}} + \mathcal{E}_{\text{г.и}} + \mathcal{E}_{\text{у.р}} + \mathcal{E}_{\text{н.о}} - \Delta I,$$

где $\mathcal{E}_{\text{н.о}}$ – экономия налоговых отчислений;

ΔI – прирост инвестиций.

Для расчета всех составляющих эффекта за весь период работы предприятия необходимо прогнозируемые суммы экономий дисконтировать, а затем определить их суммарную стоимость. Чтобы рассчитать суммарную величину экономии, обычно используют модель постоянного роста, но зная о том, что доходы лесопромышленных предприятий имеют циклическую динамику, мы не можем применить данную модель. Проведя анализ запасов лесосырьевых ресурсов в области, специалисты пришли к выводу, что в среднем их хватит на 40...50 лет неистощительного пользования. Отсюда, на наш взгляд, лучшим методом расчета будет дисконтирование доходов предприятия на 40 лет вперед. Самостоятельной проблемой является обоснование ставки дисконтирования (E), но в рамках данной работы мы эту проблему не рассматриваем. Таким образом, суммарный эффект экономии за расчетный период может быть определен по выражению

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \sum_{t=1}^{40} \frac{\mathcal{E}_{\text{инт}}}{(1+E)^t}.$$

Рассчитав по этой формуле все экономические выгоды, которые получает поглощающее предприятие, приступаем к оценке стоимости поглощаемой компании или «компании-цели».

При проведении большинства поглощений лесозаготовительных предприятий в 1994–1999 гг. переработчики не рассчитывали максимально приемлемую цену покупки. Фактически все поглощающие предприятия соревновались за право контроля над поставщиками лесосырьевых ресурсов и в большинстве случаев переплачивали значительную премию за это право.

Таким образом, на предпоследнем этапе оценки экономической эффективности вертикальной интеграции мы определяем стоимость компании-цели в условиях работы в рамках ВИС с помощью метода дисконтированного денежного потока:

$$V = \sum_{t=1}^{40} \frac{CF_t}{(1+E)^t},$$

где CF_t – ожидаемый поток денежных средств (cash flow) от проекта в момент времени t ;

E – ставка дисконтирования для финансовых потоков данной степени риска;

t – период прогнозирования.

В заключение анализа следует сопоставить сумму всех дополнительных выгод в результате интеграции и стоимости компании-цели в рамках ВИС с ее стоимостью, если бы она оставалась независимой. Если эта сумма больше, слияние экономически эффективно, в противном случае – нет. Итоговый показатель оценки экономической эффективности интеграции предприятий можно назвать эффективностью поглощения ($\mathcal{E}_{\text{погл}}$), которая описывается формулой

$$\mathcal{E}_{\text{погл}} = \mathcal{E}_{\text{инт}} + V_{\text{ц1}} - V_{\text{ц0}},$$

где $V_{\text{ц0}}$ – стоимость поглощаемой компании при самостоятельной ее работе;

$V_{\text{ц1}}$ – то же в условиях работы в рамках ВИС.

Если предприятие предполагается купить по цене, превышающей сумму в правой части выражения для $\mathcal{E}_{\text{погл}}$, то такие инвестиции экономически неэффективны. Таким образом, решение о покупке необходимо принимать, если эффективность поглощения $\mathcal{E}_{\text{погл}}$ является положительной величиной и цена покупки не выше суммы стоимости компании-цели в условиях работы после слияния и всех экономий покупателя.

Проведя оценку экономической эффективности вертикальной интеграции конкретного целлюлозно-бумажного комбината с крупным лесозаготовительным предприятием (ЛПХ) (названия предприятий не приводим по причине конфиденциальности), мы пришли к следующим результатам. Эффект интеграции, включающий в себя все дополнительные выгоды и издержки, связанные с поглощением, составил 222,2 млн р. Если в условиях независимой работы ЛПХ стоит, по нашим оценкам, 111,5 млн р., то после поглощения его стоимость снизится до 32 млн р., что объясняется механизмом использования трансферных цен в рамках ВИС и переливанием прибыли в материнскую компанию.

Таким образом, рассматриваемое нами лесозаготовительное предприятие рекомендуется покупать за 111 млн р. (не выше стоимости независимо действующего предприятия), а эффективность поглощения составит 142,7 млн р. (эффект интеграции за вычетом разницы в стоимости компании-цели при самостоятельной работе и в рамках ВИС).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Малышев В.* Корпорация как форма организации интегрированной собственности // *Экономист.* – 1996. – № 3. – С. 17–20.
2. *Масленченков Ю.* Перспективы неформального партнерства и оценка эффективности вхождения в состав холдинга // *Экономика и жизнь.* – 1995. – № 35. – С. 7.
3. *Норт Д.* Институциональные изменения: рамки анализа // *Вестн. экономики.* – 1997. – № 3. – С. 27–35.
4. *Рудык Н.Б., Семенкова Е.В.* Рынок корпоративного контроля: слияния, жесткие поглощения и выкупы долговым финансированием. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 456 с.

5. *Штинева А.А., Пластинин А.В.* Холдинги как новая форма управления предприятиями // Лесн. журн. – 1998. – № 5. – С. 124–129. – (Изв. высш. учеб. заведений).

АКБ «Московский индустриальный банк»,
Северо-Западное региональное управление

Поступила 24.09.01

A.E. Kozhin

**Economic Efficiency of Vertical Integration
of Forest-industrial Enterprises**

The technique for evaluating the economic efficiency of mergers and acquisitions of enterprises has been developed. The indices of maximum price of purchase and integration effect are suggested for these purposes.

МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

УДК 378.962.001.1

Я.Ф. Молнар

ОБУЧЕНИЕ И КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ ПО ЗАКАЗАМ ПРОИЗВОДСТВА (УРОКИ БИЗНЕСА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ)

За последние 2-3 года Институт экономики, финансов и бизнеса АГТУ приобрел значительный и разнообразный опыт в области бизнес-образования. Одним из направлений является повышение квалификации и переподготовка кадров по заказам предприятий.

Прежде чем перейти к освещению приобретенного нами опыта, следует разобраться в понятийном аппарате бизнес-образования. Это необходимо для достижения адекватного восприятия публикуемого материала читателем.

Под бизнес-образованием здесь понимается обучение взрослых людей, в основном уже работающих, направленное на развитие бизнеса, повышение эффективности работы персонала и всего предприятия. Бизнес-образование предполагает приобретение руководителями, специалистами и другими категориями работников предприятий новых знаний, необходимых им для повышения квалификации в занимаемой должности, продвижения в должности, переквалификации и т. д.

Повышение квалификации работником следует рассматривать как приобретение новых знаний для продолжения работы в прежней должности. При этом сроки обучения, как правило, непродолжительны, объем не превышает 100 часов; в итоге слушатели получают не дипломы, а удостоверения установленного образца.

Нередко у занятых на производстве работников возникает потребность в приобретении дополнительной квалификации, желание заняться новым видом профессиональной деятельности. По современным понятиям это уже не просто повышение квалификации, а *переподготовка* работника как самостоятельный вид дополнительного образования. Переподготовка кадров требует значительно больше времени, чем повышение квалификации. Лицам, прошедшим переподготовку, выдается диплом установленного Министерством образования РФ образца. От цели переподготовки зависит срок обучения. Так, для того чтобы работник после переподготовки мог заняться новым видом профессиональной деятельности, программа обучения должна составлять не менее 500 часов аудиторных занятий, а при получении допол-

нительной квалификации – более 1000 часов. В настоящее время предприятия проявляют большой интерес именно к переподготовке кадров.

Переподготовка кадров как составная часть дополнительного образования включает в себя все виды повышения квалификации, участие в семинарах, школах бизнеса и т. д., иными словами, все необходимое для начала трудовой деятельности в новом качестве.

Понятие дополнительного образования значительно шире, чем переподготовка или повышение квалификации кадров. По этой причине в стране чаще создаются образовательные учреждения именно *дополнительного профессионального образования*, причем их создание должно исходить из надежной информации о спросе, с одной стороны, и реальном учете имеющихся возможностей и готовности к оказанию таких услуг – с другой.

Основой для создания и функционирования образовательных учреждений подобного типа служит постановление Правительства Российской Федерации № 610 от 26 июня 1995 г. «Об утверждении Типового положения об образовательном учреждении дополнительного профессионального образования специалистов», в которое 10 марта 2000 г. внесены изменения.

Прежде чем перейти непосредственно к освещению нашего опыта, остановимся на общих подходах к ведению бизнес-образования.

Для образовательного учреждения, каким является ИЭФиБ, работа по заказам предприятий выступает как самостоятельный вид бизнеса в образовательной сфере. Следовательно, на него распространяются все законы рыночной экономики. Без учета и соблюдения общепринятых правил бизнеса в работе по повышению квалификации и переподготовке кадров ничего хорошего не получится. Старые подходы могут здесь серьезно повредить.

Приступая к реализации бизнес-идеи по повышению квалификации и переподготовке кадров, следует хорошо усвоить золотое правило, состоящее всего из пяти слов: «Найди потребность и удовлетвори ее». Из него следует, что сначала надо найти потенциального покупателя образовательных услуг – своего клиента. Клиент для нас – Бог, служить ему надо верой и правдой. Он дает нам работу, он наш партнер, которого надо уважать. Чтобы найти его, необходимо приложить немало усилий, умения, такта. Допустим, клиента мы нашли; появляется тандем: продавец и покупатель образовательных услуг. Наш опыт позволяет сформулировать следующие уроки их взаимодействия.

Урок 1. Продать образовательную услугу означает умело провести ее презентацию и максимально приспособить к реальным потребностям покупателя.

Эти потребности надо внимательно изучить (лучше непосредственно на производстве), выяснить, в каких новых знаниях особенно нуждается покупатель. Здесь уместны собеседование с заинтересованными лицами со стороны заказчика, анкетирование или предварительная аттестация будущих слушателей на предмет оценки уровня их профессиональной компетентности.

Затем наступает важный этап – разработка программы обучения с участием представителя образовательного учреждения – руководителя будущей программы. Разработанная программа согласовывается с заказчиком и утверждается руководителем предприятия. Оговаривается возможность некоторой корректировки утвержденной программы перед началом обучения с участием самих слушателей (обучаемых).

Далее возникает серьезная проблема: кто будет выполнять программу? Урок формулируется так.

Урок 2. Право на реализацию программы обучения имеют ведущие преподаватели учебного заведения и специалисты со стороны, обладающие *новыми*, уникальными знаниями и умениями.

Чтобы заказчик поверил в их состоятельность, рекомендуется представить ему специальное досье на исполнителей программы (в хорошем понимании слова); например, указать, в каких странах и по каким программам бизнес-образования повышал квалификацию сам исполнитель программы обучения, в какой сфере деятельности он занят, каковы его достижения в профессиональной сфере и т. д.

Можно констатировать, что на рынке образовательных услуг имеет место весьма серьезная конкуренция. Так, с наиболее крупными предприятиями Архангельска и области уже давно сотрудничают вузы Москвы, С.-Петербурга, зарубежных стран. Они захватили наиболее выгодные сектора рынка образовательных услуг. Возникает вопрос, как быть образовательным учреждениям Архангельска, желающим приобщиться к оказанию образовательных услуг предприятиям.

В образовательной сфере всегда можно найти поле деятельности, особенно если иметь в виду, что все взрослое население страны нуждается в обучении. Наш опыт позволяет сформулировать следующий урок.

Урок 3. Незанятую нишу, сектор рынка образовательных услуг надо стараться занять, пока этого не сделали другие. Если Ваша ниша уже занята, но Вы тем не менее хотели бы оказывать такие же услуги, как и конкуренты, предложите своим предполагаемым клиентам более выгодные условия (по содержанию, форме подачи; может быть, по стоимости).

Получатели услуг в последнее время стали очень придирчивы к образовательным учреждениям, ищут выгоду во всем, становятся капризными. Например, выдвигают условие проведения учебы персонала на территории предприятия, указывают, как должен вести себя исполнитель программы обучения и т. п. Надо ли идти на удовлетворение таких требований? Если Вы откажете заказчику в удовольствии проводить учебу на его территории, то весьма вероятно, что дело не дойдет до заключения договора. Как быть? Идти на уступку? Наш ответ – да! Но не забудьте об известном правиле бизнеса, которое можно представить как очередной урок по торгам между продавцом и покупателем образовательных услуг.

Урок 4. Любая уступка с любой стороны стоит денег. Это значит, что можно требовать необходимую компенсацию за сделанную уступку. Имеется в виду денежная компенсация не только за проезд туда и обратно и

другие командировочные расходы, но и за все неудобства, связанные с пребыванием в командировке.

Мы, таким образом, приходим к выводу, что обязательно надо овладеть искусством ведения деловых переговоров с тем, чтобы со знанием дела отстаивать интересы своей фирмы.

Успех или неуспех реализации программы обучения во многом определяется тем, какие методы и приемы обучения будут использованы в работе со слушателями. Все зависит от категории слушателей. ИЭФиБ занимается обучением и консультированием руководителей и специалистов среднего звена на предприятиях – это и есть наш сектор рынка образовательных услуг.

В работе с этой категорией персонала мы применяем ряд интенсивных методов обучения:

- деловые игры с разбором конкретных производственных ситуаций из практической деятельности предприятия;
- мозговые штурмы при выработке важных управленческих решений;
- дискуссии по проблемам повышения эффективности производства;
- видеозаписи выступлений с последующим просмотром по телевизору и анализом услышанного и увиденного на предмет профессиональной компетентности слушателей и т. д.

Такой подход к обучению обусловлен большой занятостью слушателей на своих должностях. Мы стараемся не рекомендовать для проработки учебники и другую литературу большого объема.

В качестве практической помощи следует снабдить слушателей содержательным и хорошо оформленным раздаточным материалом, включающим основные положения изучаемых вопросов, графики, диаграммы и т. п. с тем, чтобы слушатели пользовались ими не только во время учебы, но и после нее в своей работе. Отсюда следует вывод в виде очередного урока.

Урок 5. Учебный процесс должен быть организован так, чтобы практически весь объем новых знаний слушатель получил непосредственно на занятиях.

Обучение любой категории персонала осуществляется с одной целью – овладение новыми знаниями в полном объеме. В этом кровно заинтересовано и руководство предприятия, и сами слушатели. Автор этих строк был свидетелем обращения в Управление персоналом ОАО «Котласский ЦБК», когда работник просил, чтобы его допустили к обучению не по своему профилю и без гарантий предоставления работы. Это говорит о том, что люди искренне желают получить новые знания, рассчитывая на служебный рост в перспективе.

По нашим наблюдениям, прошли те времена, когда на курсы повышения квалификации работники оформлялись для того, чтобы отдохнуть от работы. О серьезной проверке полученных слушателями знаний тогда мало кто думал.

Наш девиз – тотальный контроль как исходного (до начала обучения) профессионального уровня, так и всесторонняя оценка усвоения знаний после завершения обучения. Достигается это методом тестирования по полной программе. Мы делаем это из самых благородных побуждений, желания помочь нашему клиенту. Во время тестирования выявляются проблемные вопросы. Каждый слушатель получает полную информацию о том, какими знаниями он овладел полностью, частично или не овладел вообще. Такой жесткий подход к оценке уровня профессиональных знаний слушателей на предприятиях находит полное понимание. Урок из этого можно извлечь следующий.

Урок 6. Контроль знаний слушателей – не проформа: он помогает установить, что мы делаем не так, как надо, и служит основанием для принятия мер по устранению выявленных негативных отклонений.

За подведением итогов обучения следует аналитическая часть программы. Работа по реализации программы сопровождается исследованием всех ее вопросов, консультированием самого заказчика и слушателей при разработке ими различных направлений повышения эффективности работы производственных участков, цехов, отделов, других подразделений.

По завершении программы обучения ее руководитель составляет научный отчет, в котором приводятся выводы и рекомендации. Отчет в том виде, как мы его представляем, полностью соответствует требованиям научно-исследовательского сектора университета, хотя такую точку зрения разделяют далеко не все в руководстве университета. Между тем, по мнению зарубежных экспертов, оказание образовательных услуг по заказам предприятий, организаций и частных лиц считается по европейским стандартам одним из видов консалтинга. Так, в широко известном Бизнес-колледже Niels Brock в Копенгагене (Дания), где обучаются тысячи слушателей, доля этих услуг достигает 80 % в общем объеме доходов от консалтинга.

Заказчик по завершении программы обучения и консультирования также хочет иметь отчет, в котором было бы отражено:

- Как протекал процесс обучения и консультирования?
- Какие проблемы возникали при этом и какие способы существуют для их разрешения?
- Насколько и в чем возрос уровень профессиональной компетентности слушателей?
- Кто из слушателей заслуживает продвижения по служебной лестнице?
- Какие уроки извлекли слушатели из реализованной программы?
- Какие существуют варианты решения поставленных ими проблем повышения эффективности производства?
- Научно обоснованные выводы и рекомендации.

Наш научный отчет в полной мере отвечает этим требованиям заказчика, что позволяет нам сформулировать заключительный урок бизнес-образования.

Урок 7. Составление научного отчета с подробным анализом выполнения программы обучения и консультирования является обязательным.

В связи с необходимостью составления научного отчета возникает вопрос о научном руководителе программы. Здесь могут быть варианты. В программе, как правило, участвуют несколько исполнителей. Научным руководителем может быть один из них, либо кто-то из представителей учебного подразделения, не обязательно участник программы. Если программу берется выполнить один исполнитель (это тоже распространено), желательно, чтобы он стал и научным руководителем.

Научный руководитель должен использовать все перечисленные выше уроки бизнес-образования. Хорошим дополнением к сказанному будут: высокая профессиональная компетентность, безупречная репутация, в том числе и в деловых отношениях с заказчиком, признаваемый заказчиком авторитет.

Проводимая нами по заказам предприятий переподготовка руководителей и специалистов и их консультирование по изложенной схеме получили широкое признание. Институт экономики, финансов и бизнеса АГТУ дорожит приобретенным за последние годы опытом ведения бизнес-образования, намерен и впредь использовать и развивать его.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 28.11.01

Ya.F. Molnar

**Providing Training and Consultancy according to Orders of
Enterprises (Business Lessons in Education)**

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*181.28:630*232.311

В.П. Рябчук, В.А. Божок

Рябчук Василий Петрович родился в 1939 г., окончил в 1967 г. Львовский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесных культур и древесиноведения Украинского государственного лесотехнического университета. Имеет более 150 научных работ в области подсосочки леса, изучения недревесных ресурсов, фенологии растений, древесиноведения, лесного товароведения, биометрологии, этнографии, теологии.



Божок Владимир Александрович родился в 1975 г., окончил в 1999 г. Украинский государственный лесотехнический университет, аспирант кафедры лесных культур и древесиноведения. Имеет 3 публикации по вопросам интродукции кари.



ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ КАРИИ В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

Показано, что в условиях Украины все виды кари дают высококачественные семена только в лесных насаждениях. При первоначальной интродукции кари сильно выражена популяционная изменчивость внутри видов, что связано с разным происхождением материнских деревьев.

виды кари, местные семена, дигогамия, осенний высев.

Из 20 видов кари (*Carya* Nutt.), произрастающих в Северной Америке, на Украине известны только шесть: овальная (*C. ovata* K.Koch.), голая (*C. glabra* Sweet.), бахромчатая (*C. laciniosa* Sarg.), войлочная (*C. tomentosa* Nutt.), сердцевидная (*C. cordiformis* K.Koch.) и кария-пекан (*C. olivaeformis* Nutt.). На влажных и плодородных почвах все они в спелом возрасте отличаются высокой производительностью и качеством стволов. Однако их внедрение сдерживается медленным ростом в молодом возрасте и особыми требованиями к выращиванию посадочного материала [5, 6]. Иногда к кари применяют еще и другое название – «гикори», которым индейцы США называли древесину кари голай из-за ее высоких механических показателей. Под этим названием древесина кари поступает на международный рынок и по видам не разделяется [13].

Впервые на Украину кария интродуцирована в 1824 г. [1, 7, 12]. В начале XX в. были созданы лесные культуры карии в Гайсинском лесхозе Винницкой области. В возрасте 90 лет отдельные деревья карии голой и овальной в условиях свежей грабовой дубравы имеют высоту 27 м и диаметр 56 см, выше, чем одновозрастные культуры дуба в тех же условиях. В более влажных условиях Закарпатской области высота 40-летних культур карии сердцевидной равна 24 м, диаметр 26 см, овальной – 22 м и 26 см.

Многие авторы ошибочно рекомендуют выращивать карию как декоративную породу, однако это типичная лесная порода, которая в историческом прошлом произрастала в лесах Западной Европы, на Украине, Кавказе, в Средней Азии, Китае [13]. Климатические условия Украины близки к естественному ареалу карии в Северной Америке, поэтому ее интродукция не только желательна, но и перспективна. Рост карии в парках и ботанических садах Киева, Львова, Ужгорода, Черновиц, Одессы, Ялты и других городов служит тому подтверждением. Все виды карии плодоносят уже с 20 лет, урожайные годы бывают через 3–4 года, и семена обеспечивают естественное возобновление. Упомянутые виды карии встречаются также в Молдавии, на Кавказе, в Средней Азии и даже в Прибалтике [2–4, 7–10].

Первые работы по интродукции карии на Украине были случайными и проводились без единой программы и учета происхождения семян. Если вначале семена были завозными, то в последние десятилетия уже используются семена местного сбора. Большинство видов карии произрастает единично или небольшими биогруппами, что сказывается на ее плодоношении. Для всего семейства ореховых характерно явление диогамии, когда мужские и женские цветки появляются не одновременно. По данным М.К. Улюкиной и Н.И. Левиной [11], цветение мужских цветков происходит при сумме температур выше 10 °С от 45 до 175°, а женских от 130 до 340°. Поэтому в холодную погоду разрыв в цветении может достигать 7 ... 10 дн., что влияет на переопыление и урожайность. Начало цветения карии в условиях Львова приходится на первую декаду мая с отклонением до 12 дн., а заканчивается через 5–6 дн. Если учесть, что отдельные деревья по срокам цветения могут отличаться, то очень важно их совместное произрастание на участке.

Плоды большинства видов карии созревают в конце сентября. Однако на некоторых деревьях одного вида они могут созревать и позже, что говорит о разном их географическом происхождении. В одном из парков г. Львова имеется 50-летнее дерево карии овальной неизвестного происхождения, плоды которого не созревают вообще и остаются зелеными до наступления морозов. Обмерзания веток на этом дереве не обнаружено.

Собранные в 1999 г. семена карии одного вида, но разных популяций (гайсинская и мукачевская) отличались по массе, размерам и форме. Семена гайсинской популяции карии сердцевидной более однородны по форме, их масса с кожицей $6,89 \pm 0,10$, без кожицы $4,77 \pm 0,07$ г (см. таблицу).

Биометрические показатели плодов карии

Вид карии	Происхождение плодов	Число плодов, шт.	Статистические характеристики			
			$M \pm m$, г	$\pm \delta$, г	$\pm V$, %	P , %
Сердцевидная	Мукачево	119	<u>5,85±0,18</u>	<u>2,02</u>	<u>34,5</u>	<u>3,07</u>
		124	2,90±0,08	0,89	30,7	2,75
	Гайсин	152	<u>6,89±0,10</u>	<u>1,29</u>	<u>18,7</u>	<u>1,51</u>
		147	4,77±0,07	0,81	16,9	1,40
Овальная	Львов	132	<u>22,1±4,81</u>	<u>4,81</u>	<u>21,8</u>	<u>1,89</u>
		190	3,46±0,09	1,30	37,5	2,71
	Мукачево	87	<u>21,8±0,47</u>	<u>4,39</u>	<u>20,1</u>	<u>2,16</u>
		91	2,37±0,00	0,58	24,3	2,57
Бахромчатая	Львов	103	<u>38,5±0,70</u>	<u>7,82</u>	<u>20,3</u>	<u>1,99</u>
		103	10,0±0,16	1,61	16,1	1,57

Примечание. В числителе значения показателей для плодов с кожицей, в знаменателе – без нее.

Из данных таблицы видно, что плоды карии сердцевидной мукачевской популяции мельче и более разнородны по массе: с кожицей $5,85 \pm 0,18$, без кожицы всего $2,90 \pm 0,08$ г. Масса плодов карии овальной львовской популяции мало отличалась от показателей мукачевской популяции (21,8 и 22,1 г). Их масса без кожицы составила $3,46 \pm 0,09$ и $2,37 \pm 0,06$ г, однако всхожесть резко различалась (54,5 против 75,9 %). Это объясняется тем, что плоды мукачевской популяции собраны в насаждении, а львовской – с двух отдельных деревьев, произрастающих в одном парке. Плоды карии бахромчатой, собранные с единичного дерева, имели массу $38,5 \pm 0,77$ г с кожицей и $10,0 \pm 0,16$ г без нее. Толщина кожицы этого вида у отдельных плодов достигала 10,3 мм, ее масса составляла 77,5 % от всего плода. Всхожесть семян этого вида была слабой.

У карии овальной и бахромчатой опадание плодов продолжалось в течение 2,5 мес и заканчивалось в середине декабря, у сердцевидной до 5 ноября.

У всех видов карии вначале опадают пустые семена, затем возрастает процент опавших полнозернистых семян, и к концу периода их качество снова ухудшается. У карии сердцевидной разница в полнозернистости может колебаться от 20,1 до 71,8, у овальной – от 8,6 до 75,9, бахромчатой – от 3,5 до 50,2 %. Отобрать качественные семена без лабораторных анализов можно с помощью воды: полнозернистые свежесобранные семена опускаются на дно, а пустые плавают на поверхности. Если осень сухая, то опавшие семена подсыхают, поэтому иногда могут плавать и полнозернистые семена. В таком случае нужно подержать их в воде около суток, и они также опустятся на дно.

Отобранные семена можно сразу высевать или закладывать на стратификацию. Лучшие результаты дает осенний высеv непосредственно после сбора на заранее подготовленные площадки, тогда культуры карии образуют глубокую корневую систему и лучше растут [6]. Как правило, корневая сис-

тема однолетних сеянцев карики превышает надземную часть в 3–4 раза и на плодородных почвах достигает в длину 50 см, поэтому при пересадке культуры часто повреждаются, что сказывается на приживаемости. При выращивании карики в питомнике следует подрезать стержневой корень и оставлять сеянцы на доращивание еще на один год.

Все упомянутые виды карики можно вводить в культуры совместно с дубом обыкновенным, так как эти породы близки по темпам роста и требуют притенения в молодом возрасте (рост в «шубе»). В настоящее время на Украине имеются культуры карики разного возраста и происхождения, поэтому приобретает значение вопрос ее селекции с учетом климатических и почвенных условий. Результаты исследований могут быть использованы при выборе насаждений для заготовки семян карики в целях создания ее промышленных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гордієнко М.І.* и др. Интродуценти в лісових культурах Поділля України / М.І. Гордієнко, А.О. Бондар, Г.Т. Криницький, Г.П. Леонтьак. – К.: Агропромвидав України, 2000. – С. 174–187.
2. *Гришко-Богменко Б.К.* Кария голая // Деревья и кустарники. – К., 1974. – С. 38–39.
3. *Гусев Ю.Д.* Деревья и кустарники садов и парков Молдавской ССР и Заднепровья Одесской области // Интродукция растений и зеленое строительство: Тр. Ботанич. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. Сер. 6. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – Вып. 6. – С. 82–148.
4. *Дмитриева А.А.* Кария, гикори // Изв. Батум. ботанич. сада АН ГрузССР. – 1957. – № 8. – С. 9–10.
5. *Добровольский В.И.* К определению встречающихся в СССР видов гикори // Сб. науч. тр. УкрНИИЛХ, 1946. – С. 59–67.
6. *Добровольский В.И.* Наставление по разведению орехов из рода гикори в лесхозах европейской части СССР. – М.: Гослесбумиздат, 1951. – 18 с.
7. *Луца А.А.* Дендрологические богатства Украинской ССР и их использование // Озеленение населенных мест. – К.: Изд-во Акад. архитектуры УССР, 1952. – С. 9–466.
8. *Раманаускас В.И.* Виды ореховых в Литовской ССР и перспективы их разведения в лесах, парках и населенных пунктах: Автореф. дис. ... канд. с-х. наук. – Вильнюс, 1964. – 28 с.
9. *Русанов Н.Ф.* Кария сердцевидная // Дендрология Узбекистана. – Ташкент, 1973. – Т. 5. – С. 180–181.
10. *Соколов С.Я.* Кария бахромчатая // Деревья и кустарники СССР. – М., Л., 1951. – Т. 2. – С. 263–265.
11. *Улюкина М.К., Левина Н.И.* Интродукция видов рода *Juglans* L. в условиях Воронежа // Лесная интродукция. – Воронеж, 1983. – С. 41–46.
12. *Щепотьев Ф.Л., Павленко Ф.А., Рихтер О.А.* Горіхи. – К.: Урожай, 1987. – С. 91–106.

13. *Magic D.* Hicoria a jej pestovania v lese // Lesnický časopis. – 1958. – 4. – С. 258–314.

Украинский государственный
лесотехнический университет (г. Львов)

V.P. Ryabchuk, V.A. Bozhok

**Special Features of Fruiting *Carya* in the Conditions
of the Ukraine**

Under the conditions of the Ukraine all species of *carya* are shown to give high-quality seeds only in the forest stands, which is connected with the different origin of parent trees. The population variability within species is strongly expressed at the initial introduction of *carya*.

УДК 69:311.14/.15

***А.Л. Невзоров, Ю.А. Варфоломеев,
С.Е. Аксенов, В.Р. Ивко, И.Ф. Ламов***

Невзоров Александр Леонидович родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной геологии, оснований и фундаментов, проректор по учебно-методической работе Архангельского государственного технического университета. Имеет более 100 печатных работ в области инженерной геологии и фундаментостроения.



Варфоломеев Юрий Александрович родился в 1953 г., окончил в 1975 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерных конструкций и архитектуры Архангельского государственного технического университета. Имеет более 200 научных трудов в области повышения эксплуатационной надежности деревянных конструкций и защитной обработки древесины экологически безопасными методами.



Аксенов Сергей Евгеньевич родился в 1976 г., окончил в 1998 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов АГТУ. Имеет 8 печатных работ в области реконструкции и эксплуатации деревянных свайных фундаментов.



Ивко Вячеслав Ростиславович родился в 1958 г., окончил в 1987 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой открытых горных работ Архангельского государственного технического университета. Имеет 43 печатные работы в области экологии и инженерных конструкций.



Ламов Игорь Феликсович родился в 1964 г., окончил в 1986 г. Курский политехнический институт, кандидат технических наук, директор Архангельского филиала страховой компании «Энергогарант». Имеет 8 печатных работ в области повышения долговечности и экологической безопасности деревянных зданий.



СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗНОСА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЕРЕВЯННЫХ ЗДАНИЙ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

На основе данных натурных обследований деревянных зданий выполнен статистический анализ показателей износа их несущих конструкций. Разработана математическая модель физического износа в зависимости от продолжительности эксплуатации.

деревянные дома, несущие конструкции, износ, математическая модель.

В результате анализа статистических данных установлено, что на 1999 г. 83,8 % жилого фонда г. Архангельска составляли деревянные дома, преимущественно брусчатые и бревенчатые. Практика показывает, что при проведении капитальных и текущих ремонтов этих зданий эксплуатирующие организации, как правило, первоочередное внимание уделяют замене износившихся материалов кровли и стропильных конструкций. Усиление фундаментов обычно осуществляют лишь в том случае, когда возникает угроза обрушения дома. При этом наиболее часто практикуется подведение под аварийный фундамент шпальных клетей («городков»), которые по конструктивному решению являются временным усилением, хотя во многих случаях их эксплуатируют в течение достаточно длительного периода времени [1].

Из-за отсутствия должного внимания к состоянию несущих элементов деревянных фундаментов ежегодно в Архангельске «сходит» со свай 3-4 деревянных дома. Это опасно для жизни людей и наносит большой экономический ущерб. Как правило, эти здания в последующем демонтируют. При этом возникает трудно решаемая проблема расселения жильцов, создания большого маневренного жилого фонда.

Нами была поставлена задача – определить скорость износа несущих конструкций деревянных зданий, эксплуатируемых в климатических условиях Севера европейской части России, в целях оптимального проектирования усиления конструкций, планирования и проведения ремонтно-восстановительных работ.

В соответствии с поставленной задачей был выполнен статистический анализ результатов натурных обследований деревянных жилых домов г. Архангельска и других населенных пунктов области по определению из-

носа их основных несущих конструкций: фундаментов, стен, перекрытий и стропильных элементов. Здания и их конструктивные элементы обследовали с применением измерительных приборов (теодолит, нивелир, рулетка, отвес) по стандартной методике [2].

При обследованиях оценивали степень поражения конструкций деструктивными грибами: глубину и площадь биопоражения при частичном вскрытии отделочных слоев. Фиксировали прогиб окладных венцов, балок перекрытий, элементов стропильной системы. Для вертикальных конструкций (стены, сваи) находили их отклонение от вертикали. Если прямое определение прогибов несущих конструкций было невозможно, оценку производили по косвенным признакам: искривлению досок обшивки, наличию и направлению трещин в штукатурном слое и т. п.

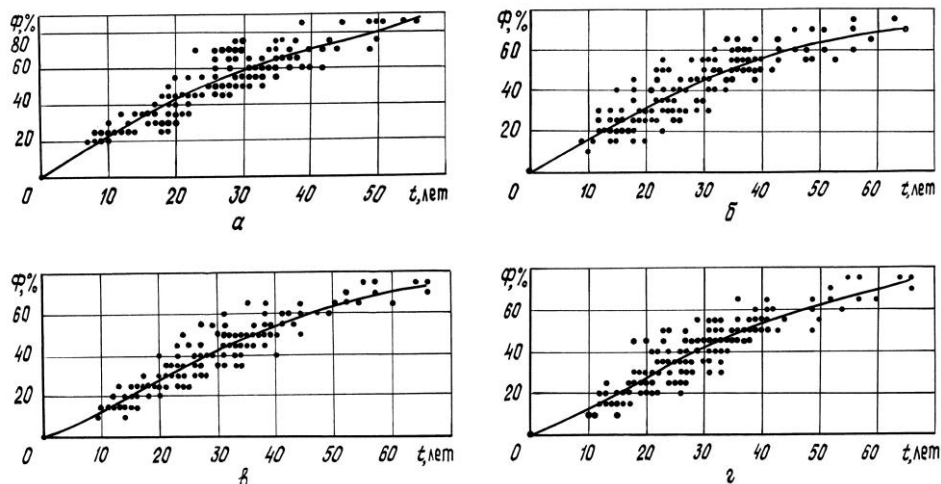
При обследовании мест сопряжения элементов особое внимание уделяли их прочности и наличию фунгицидного поражения.

По данным проведенных обследований, согласно «Правилам оценки физического износа» [2] определяли износ деревянных конструкций на момент обследования. Для анализа были выбраны жилые деревянные дома, расположенные в различных районах г. Архангельска, а также в 24 населенных пунктах области.

Результаты статистического анализа среднегодового износа основных несущих конструкций по зданиям в г. Архангельске и по области представлены в таблице. Утрата проектных (первоначальных) технических и эксплуатационных качеств несущими конструкциями жилых деревянных зданий представлена графически на примере г. Архангельска (см. рисунок). Расчет статистических показателей и разработку графических и эмпирических зависимостей выполняли с помощью ЭВМ средствами MS Excel.

При статистической обработке данных для несущих конструкций деревянных зданий по каждой из двух выборок объемом N (число

Несущие конструкции	Статистические показатели									
	N , шт.	X_{cp} , % в год	V , %	G	A	E	M	T	S_A	S_E
г. Архангельск										
Фундаменты	136	2,01	18,9	0,38	0,74	0,13	0,03	61,6	0,21	0,41
Стропильные конструкции	181	1,46	24,5	0,36	1,07	1,14	0,03	54,9	0,18	0,36
Стены	177	1,25	23,1	0,29	0,51	0,43	0,02	57,5	0,18	0,36
Перекрытия	173	1,31	21,7	0,28	1,04	2,04	0,02	60,6	0,18	0,37
Архангельская область										
Фундаменты	53	2,89	35,3	1,02	-0,01	0,83	0,14	21,1	0,32	0,63
Стропильные конструкции	107	2,02	46,0	0,93	1,55	5,39	0,09	22,8	0,23	0,46
Стены	88	1,15	40,9	0,47	0,65	0,01	0,05	25,0	0,23	0,45
Перекрытия	113	1,90	44,7	0,85	0,85	1,05	0,08	23,4	0,23	0,46



Зависимость физического износа несущих конструкций (Φ) от продолжительности эксплуатации (t): а – фундаментов; б – стропильных конструкций; в – стен; г – перекрытий

обследованных домов) вычисляли генеральное среднее $X_{\text{ср}}$ – усредненную годовую скорость износа конструктивного элемента, коэффициент вариации V , среднее квадратичное отклонение G , коэффициенты асимметрии A и эксцесса E , качественно описывающие нормальное распределение, ошибку M , достоверность T генерального среднего, стандартные ошибки асимметрии S_A и эксцесса S_E . При вычислении генерального среднего в каждом конкретном случае учитывали физический износ и длительность службы данного элемента на момент обследования. Полученные данные статистического анализа свидетельствуют о достаточной точности генерального среднего.

На основании анализа результатов натурного обследования деревянных жилых зданий разработаны математические модели износа различных видов несущих конструкций в процессе длительной эксплуатации. Задачу прогнозирования решали с помощью регрессионного анализа методом наименьших квадратов. Рассматривали линейную, логарифмическую, экспоненциальную и полиномиальные аппроксимирующие кривые.

Расчеты показали, что наиболее корректно математическую модель можно представить в виде полинома 4-й степени, который имеет вид: для фундаментов

$$\Phi = 2 \cdot 10^{-5} t^4 - 0,0024t^3 + 0,0896t^2 + 0,6t; R = 0,91;$$

для стропильных конструкций

$$\Phi = 4 \cdot 10^{-6} t^4 - 0,0007t^3 + 0,0219t^2 + 1,28t; R = 0,89;$$

для стен

$$\Phi = 6 \cdot 10^{-6} t^4 - 0,0009t^3 + 0,0375t^2 + 0,95t; R = 0,94;$$

для перекрытий

$$\Phi = 6 \cdot 10^{-6} t^4 - 0,0008t^3 + 0,0318t^2 + 1,05t; R = 0,91.$$

Сходимость теоретических и экспериментальных значений оценивали по наибольшей достоверности аппроксимации (R), которая для расчетных моделей составила 0,89 ... 0,94. Модели, полученные на примере результатов обследования зданий в г. Архангельске, изображены графически на рисунке в виде аппроксимирующих кривых.

Анализ разработанных математических моделей показал, что в климатических условиях Европейского Севера (на примере Архангельской области) наиболее интенсивному износу подвержены фундаменты жилых деревянных зданий. Это подтверждается графиком *a*, на котором аппроксимирующая кривая имеет наибольший угол наклона относительно оси абсцисс. Далее по интенсивности износа следуют стропильные конструкции, меньше изнашиваются стены и перекрытия деревянных зданий. Основная причина износа – фунгицидное биопоражение древесины, что можно объяснить условиями эксплуатации зданий, благоприятными для развития дереворазрушающих грибов.

Поскольку при отказе фундаментов вероятность жертв среди жильцов значительно выше, чем при отказе стропильных конструкций, то особое внимание эксплуатационным организациям следует уделять контролю за состоянием фундаментов.

Выводы

1. Интенсивность износа деревянных свайных фундаментов в 1,4 ... 2,5 раза выше, чем других несущих элементов деревянных зданий.

2. Разница в показателях износа несущих конструкций зданий в г. Архангельске и области объясняется следующими причинами:

в области деревянные здания возводили в основном в леспромхозах, на промыслах полезных ископаемых, в сельской местности как временные строения с соответствующим подходом к проектированию и возведению;

в указанных местностях работы ведутся преимущественно вахтовым способом, т. е. у зданий нет постоянных «хозяев», в связи с чем возникает ряд серьезных ошибок в эксплуатации этих зданий;

в леспромхозах, совхозах и колхозах, как правило, нет ремонтно-эксплуатационных организаций, которые поддерживали бы здания в удовлетворительном состоянии.

3. Результаты проведенных исследований целесообразно использовать при проектировании ремонтно-восстановительных работ, планировании и выполнении текущих и капитальных ремонтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапов Д.В., Аксенов С.Е. Организация эксплуатационного обслуживания деревянных зданий // Тр. Междунар. науч.-техн. конф. «Реконструкция – Архангельск'99». Т. 1. – Архангельск, 1999. – С. 91–97.

2. Правила оценки физического износа жилых зданий. ВСН 53-86(р) / Госгражданстрой. – М.: Прейскурантиздат, 1988. – 72 с.

Архангельский государственный
технический университет

Архангельский филиал
страховой компании «Энергогарант»

*A.L. Nevzorov, Yu.A. Varfolomeev, S.E. Aksenov,
V. R. Ivko, I.F. Lamov*

**Statistical Analysis of Bearing Structure Degradation in Wooden
Buildings of Arkhangelsk Region**

The statistical analysis of degradation indices of bearing structures for wooden buildings has been carried out based on field survey. The mathematical model of physical wear depending on the duration of operation has been developed.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

УДК 001.83

***О.М. Соколов, А.Л. Невзоров, Ю.А. Варфоломеев, А.Н. Федотов,
Н.Т. Подражанская***

РОССИЙСКО-НОРВЕЖСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ С УЧАСТИЕМ АРХАНГЕЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Сотрудничество нашего университета и учебных заведений Норвегии началось с проекта по совместному обучению студентов в России, затем приступили к подготовке магистров и кандидатов наук. Связи в сфере образования способствовали формированию взаимной заинтересованности в проведении совместных научных исследований.

В результате проделанной работы появились заявки от норвежских и российских предприятий на специалистов, подготовленных совместно вузами обеих стран. Работа над тем, чтобы выпускники АГТУ органично входили в мировой рынок интеллектуальных услуг, продолжается.

Совместное обучение российских студентов в АГТУ

При поддержке администрации Архангельской области и правительства Норвегии строительный факультет АГТУ в 1994 г. впервые в нашей стране начал совместный международный образовательный проект по обучению российских студентов специальности «оценка недвижимости и инвестиционных проектов».

В течение 5 лет совместно с ведущими специалистами норвежского отделения Международной федерации оценщиков и брокеров по продажам недвижимости (FIABCI) во главе с ее президентом Туре Броте и Норвежским инженерно-техническим обществом (НИТО) при поддержке правительства Норвегии осуществлялись проекты № 7046 и № 7052 по международному обучению в области оценки недвижимости и инвестиционных проектов, управления недвижимостью.

Для этого был разработан и утвержден учебный план специализации «оценка недвижимости и инвестиционных проектов» в рамках российской специальности 2903 – промышленное и гражданское строительство. Он предполагал изучение специальных дисциплин начиная с первого курса. Предусмотрено введение новых дисциплин, преподаваемых норвежскими специалистами на английском языке, стажировка студентов АГТУ в оценочных фирмах Норвегии.

В течение 5 лет норвежские специалисты 4 раза в год проводили обучение в АГТУ будущих инженеров-оценщиков. Первые выпускники наряду с российским дипломом о высшем образовании получили диплом Норвежского общества оценщиков.

Проект финансировался норвежской стороной и был завершен в 1999 г. После окончания проекта с участием норвежских специалистов обучение студентов успешно продолжают сотрудники АГТУ. Так, в 2001 г. преподаватели

Таблица 1

Год поступления	Число поступивших, чел.		
	Госбюджет	Договор	Всего
1994	10	5	15
1995	8	4	12
1996	15	-	15
1997	11	3	14
1998	10 *	-	10
1999	10	7	17
2000	11	13	24
2001	10	11	21

* Все поступившие являются медалистами.

В.И. Раковский и С.А. Альбицкий – инициаторы этого проекта [2], получили дипломы о высшем образовании по специальности «оценка собственности». Освоены новые курсы и дисциплины: принципы и стандарты оценки недвижимости, оценка жилых строений, оценка доходной недвижимости, регистрация прав на недвижимое имущество и другие.

В табл. 1 приведены количественные показатели (на момент поступления) по студентам, которые закончили обучение или обучаются сейчас по специализации «оценка недвижимости и инвестиционных проектов».

Обучение российских студентов в Норвегии по программе бакалавров

В 1996 г. норвежское правительство в рамках программы квот выделило финансирование для обучения российских студентов в учебных заведениях Норвегии. В этом же году АГТУ заключил договор о сотрудничестве с Институтом прикладных наук в Нарвике (Нарвик-колледж). В соответствии с этим договором в течение шести лет, начиная с 1996 г., проводится набор студентов младших курсов для обучения в Норвегии по семи техническим специальностям: промышленное и гражданское строительство, компьютерные науки, электроника, механика, природоохранные технологии, энергетика, космические технологии.

Обязательное требование к кандидатам – свободное владение английским языком. Процедура отбора проходит с учетом академических успехов студентов, предусматривает заполнение специальной анкеты и устное собеседование с менеджером проекта по-английски. Продолжительность обучения в Норвегии составляет 4 года. Первый год отводится на изучение норвежского языка, на котором проходит последующий 3-летний курс технических дисциплин. Объем учебного материала оценивается в векталях (баллах). За 3 года обучения студент должен набрать 60 векталей. После завершения обучения выпускникам присваивается квалификация бакалавра.

Студенты, набранные в Нарвик-колледж с младших курсов АГТУ, получили образование по европейскому стандарту. К сожалению, никто из получивших диплом обратно не вернулся, сославшись на низкую оплату квалифицированного инженерного, научного и преподавательского труда в России. В Норвегии они работают на предприятиях и в компаниях, имеющих связи с Россией, способствуя тем самым развитию российско-норвежского сотрудничества.

Таблица 2

Год поступления	Число поступивших, чел.				
	Всего	Юноши	Девушки	по программе	
				бакалавров	магистров
1996	26	6	20	26	–
1997	10	9	1	10	–
1998	8	2	6	8	–
1999	0	–	–	–	–
2000	7	3	4	3	4
2001	17	6	11	7	10

В настоящее время норвежская сторона подготовила заявку на продолжение совместного проекта по обучению бакалавров (30 %) и магистров (70 %) еще на 3 года. Ежегодно планируется готовить 30 человек. В табл. 2 представлены статистические показатели отбора студентов в Нарвик-колледж.

Совместное руководство дипломным проектированием в Нарвик-колледже

В 2000 г. первые российские выпускники Нарвик-колледжа успешно защитили дипломные проекты, многие из которых были выполнены в совместных норвежско-российских творческих группах. Учитывая интерес Норвегии к проблемам возведения сооружений на слабых грунтах и обеспечения долговечности деревянных построек экологически безопасными методами, к руководству дипломными проектами по этим направлениям Нарвик-колледж привлек российских профессоров кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов и кафедры инженерных конструкций и архитектуры АГТУ. Руководство проектированием осуществлялось по интернету [1].

На защиту совместных дипломных проектов в Норвегию из АГТУ выезжала комиссия под руководством декана строительного факультета А.Н. Федотова. Защита проектов показала, что российские студенты, набранные с младших курсов для обучения в Норвегии, хорошо освоили норвежскую нормативную базу, но достаточно слабо знали российские строительные нормы и правила. Это значительно осложнило перспективы их работы в сфере строительства в России, в связи с чем был начат совместный проект по обучению в Нарвик-колледже студентов старших курсов и выпускников АГТУ по программе магистров.

Опыт работы с использованием интернета получил высокую оценку. По заявке Норвегии на командировки по дипломным проектам Нарвик-колледжа (темы: «Строительство на слабых грунтах», «Обеспечение долговечности деревянных построек экологически безопасными методами») в 2001–2002 учебном году секретариат Баренц-региона выделил 75 тыс. норвежских крон.

Обучение российских студентов в Норвегии по программе магистров

Учитывая опыт обучения студентов, набранных с младших курсов, для изучения специфики строительства по норвежским нормам и сравнения их с российскими строительными нормами и правилами летом 2000 г. в Норвегию впервые отправились на 3 года продолжать образование в магистратуре 4 выпускника АГТУ. Они прошли конкурсный отбор по специальности и английскому языку. В августе 2001 г. туда же выехали еще 10 человек с инженерными задачами, актуальными для

Архангельской области, из них 5 выпускников строительного факультета АГТУ (3 девушки, 2 юноши). Проект финансирует Норвегия.

Многие из них уже определились с направлениями своей дальнейшей научной и инженерной деятельности. Им предстоит изучить нормативную базу скандинавских стран в области энергосбережения и строительства в целях адаптации ее к российским строительным нормам и правилам. Из поставленных перед будущими магистрами задач наиболее важными для Архангельской области являются изучение опыта и технического обеспечения экономичных автономных систем отопления домов и оптимального утепления ограждающих конструкций.

Всего в Университетском колледже Нарвика (таково его название с 2000 г.) в 2001–2002 учебном году по программе бакалавров обучается 15 студентов АГТУ, по программе магистров – 14 выпускников.

*Стажировка аспирантов АГТУ в норвежских компаниях,
заинтересованных в развитии бизнеса с Архангельской областью*

Цель этой работы состояла в обучении российских специалистов производству и бизнесу для развития взаимовыгодного сотрудничества России и Норвегии на основе интеграции кадровых, научных и производственных потенциалов.

Требования к кандидатам на стажировку (на примере норвежской кампании «Pomog Trade Company») – высшее техническое образование в области производства и применения изделий из древесины, экономическое образование, хорошее знание английского языка (свободный разговор, грамматика, опыт международной деловой переписки), минимальный разговорный норвежский язык, опыт работы в интернете, вождение автомобиля, наличие связей с российскими предприятиями лесопромышленного комплекса.

С помощью направляемых специалистов предстояло разместить на малых и крупных российских предприятиях заказы на изготовление деревянных строительных деталей в соответствии с норвежскими нормами, разработать, исследовать и реализовать оптимальную схему доставки на юг Норвегии партий продукции из древесины объемом до 100 м³.

Необходимость этой работы обусловлена тем, что транспортировка из России в Норвегию крупных партий сырья (круглые лесоматериалы, щепа) и полуфабрикатов (пиломатериалы) морским транспортом хорошо освоена. Мелкие партии готовой продукции поставляются на север Норвегии через границу с Россией автомобильным транспортом. Поставку из Архангельска малых партий готовых изделий из древесины на юг Норвегии можно осуществлять морским транспортом через Белое или Балтийское море, используя Беломорско-Балтийский канал. Сухопутная поставка целесообразна, в том числе и с использованием паромов, через С.-Петербург (или Карелию), Финляндию, Швецию. Отсутствие оптимальных экономически обоснованных транспортных схем взаимных поставок малых партий продукции тормозит развитие связей архангельских предприятий с богатым многонаселенным югом Норвегии. Развитие рациональных транспортных схем позволит интенсивнее вовлекать в мировой рынок готовую продукцию малых российских предприятий.

По этой программе в г. Осло отправлены клееные деревянные детали, фрезерованные строительные изделия с антисептической обработкой. Несколько партий указанной продукции объемом до 60 м³ поступили в морских контейнерах на судах через Белое море и автотранспортом с использованием парома на Балтике [3].

Наряду с реализацией программы поставок деревянных строительных материалов в рамках этого проекта ведется совместная исследовательская работа в

сфере оценки недвижимости, международных инвестиций в строительство и реконструкцию деревянного малоэтажного домостроения с гарантированным уровнем долговечности путем использования экологически безопасных био- и огнезащитных препаратов.

Совместные научно-исследовательские работы

Взаимная заинтересованность России и Норвегии в совместных научных исследованиях сформировалась в 1999 г. и нашла отражение в тематике дипломных работ выпускников Нарвик-колледжа и АГТУ. По результатам научного сотрудничества была проведена международная научно-техническая конференция «Реконструкция – Архангельск'99», посвященная проблемам реконструкции и ремонта зданий и сооружений в условиях севера, эффективным экологически безопасным строительным материалам и технологиям. Финансировали конференцию АГТУ, Управление «Архангельскавтодор», ООО «Лаборатория защиты древесины ЦНИИМОД», ОАО «Белкомур».

Учитывая актуальность региональной программы «Ветхое жилье», принятой на 2002 – 2005 гг. для решения проблемы реконструкции и ремонта деревянного жилого фонда Архангельской области, в мае 2002 г. в АГТУ решено провести международную конференцию «Строительство и реконструкция деревянных жилых домов». Норвежский научный совет выделил для этой цели 90 тыс. норвежских крон. В работе конференции примут участие ученые, преподаватели и студенты России, Норвегии, Швеции, Финляндии, Германии.

Следующий важный аспект совместной научной деятельности – изучение спроса на специалистов технического профиля в Норвегии и России, анализ проблем адаптации их в учебном процессе в России и Норвегии, в том числе к языку и жизни в другой стране, а также участие выпускников в совместном бизнесе с учетом нормативных технических требований двух стран. Результаты этой работы были доложены на международной конференции Ассоциации заполярных университетов в г. Тромсе (Норвегия) [4].

Выполнение специалистами и студентами АГТУ совместных бизнес-проектов с норвежскими компаниями

Для использования накопленного опыта совместной работы ученых АГТУ и Норвегии по интернету в октябре 2001 г. в Архангельск прибыла группа специалистов из норвежских компаний «Teikom», «Top Temp» и «BSV». Деловые круги Норвегии представляли председатель совета директоров Франк Берсвендсен, управляющий директор Тронд Эгиль Педерсен и Свейн Эрик Столпе, менеджер по развитию Тургрим Ренинг.

Цель предложенного деловыми кругами Норвегии нового проекта – развитие бизнеса в Норвегии и России за счет интеграции кадровых и научно-технических потенциалов сторон.

Приоритетным в этом проекте является выполнение совместных работ непосредственно в Архангельске. Их координацию осуществляют специалисты АГТУ.

В новых проектах предусматривается привлекать не только ученых и выпускников АГТУ, но и способных студентов, которые, наряду со знанием предметов базовой специальности технического профиля, хорошо владеют интернетом, иностранными языками и компьютерными технологиями.

Стороны договорились оплачивать интеллектуальные услуги дифференцированно с учетом сложности, объема, качества и сроков выполнения. При этом будут использованы российская система оплаты труда в науке и высшей школе, учи-

тывающая ученые степени и звания, и норвежская прогрессивно-премиальная система. Придется быстро осваивать европейский опыт сдельной оплаты интеллектуального труда.

В ходе визита норвежские коллеги оценили техническую оснащенность АГТУ и ОАО «Архангельский Технополис», возможность адаптации систем для совместного решения задач. Хорошее впечатление оставили собеседования с потенциальными участниками проекта, которые показали высокий уровень теоретической и практической подготовки.

На совещании было решено определить в ближайшее время наиболее актуальные темы совместных проектов в различных отраслях промышленности Норвегии, России, других стран. В планы входит организация и финансирование работ по повышению квалификации кадров для решения конкретных задач в соответствии с требованиями европейского рынка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опыт международного сотрудничества по подготовке инженерных и научных кадров в интересах Баренц-региона / Х.С. Арнтсен, Э. Роалдсет, А.Л. Невзоров и др. // Тез. докл. межд. науч.-теорет. конф., АГТУ, 20-24 июня 2001 г. – Архангельск, 2001. – С. 32.

2. Соколов О.М., Раковский В.И. Новая профессия для российского рынка недвижимости // Лесн. журн. – 1994. – № 5-6. – С. 151-153. – (Изв. высш. учеб. заведений).

3. Турушев В.Г., Варфоломеева Е.Ю., Мартинсен О. Контейнерные поставки на экспорт деревянных строительных деталей // Реконструкция и ремонт зданий и сооружений в климатических условиях Севера. – Архангельск: Изд-во «Кира», 1999. – С. 167 – 170.

4. Cooperation between Arkhangelsk State Engineering University and Narvik University College – a Door-opener to the Building Society / A.L. Nevzorov, E.Roaldset, H.S. Arntsen et al. // Proceedings of the 7th Circumpolar University Cooperation Conference, Tromso, 2001.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 12.11.01

*O.M. Sokolov, A.L. Nevzorov, Yu.A. Varfolomeev, A.N. Fedotov,
N.T. Podrazhanskaya*

**Russian-Norwegian Cooperation in Education
and Science with Participation of Arkhangelsk State
Technical University**

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,
ПОМЕЩЕННЫХ В « ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ »
в 2001 г.**

- Буторина Т.С.** М.В. Ломоносов как основоположник высшего российского образования. № 3-14.
- Мелехов И.С.** М.В. Ломоносов и истоки науки о лесе и лесного образования в России. № 3-8.
- Третьяков С.И.** Ломоносов и химия. № 3-23.
- ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО**
- Белов А.Н.** Распределение плотности оседания пестицидов по вертикали кронового пространства в березовых древостоях. № 1-20.
- Белов А.Н.** Факторный анализ экспертных оценок степени повреждения листьев насекомыми. № 2-29.
- Бугаев В.А., Мусиевский А.Л.** Динамичность леса Липовской дачи Воронежской области. № 4-18.
- Гниненко Ю.И., Симонова Т.И.** Роль патогенов и энтомофагов звездчатого и красноголового пилильщиков-ткачей в очагах массового размножения. № 5-6-16.
- Денек В.Н.** Зависимость смолопродуктивности сосны обыкновенной от морфологических особенностей ствола дерева и динамика ее изменения под влиянием подсычки. № 5-6-28.
- Долидзе Л.Т.** Влияние рубок главного пользования на возобновление леса и основные водно-физические свойства почв в буковых насаждениях Восточной Грузии. № 5-6-42.
- Егоров М.Н.** Фенетика древесных растений как новое перспективное направление исследований в лесных вузах России. № 4-7.
- Зотеева Е.А., Морозова Л.М., Магомедова М.А., Зуев А.В.** Трансформация южнотаежных лесных сообществ в пригородных лесах и лесопарках. № 5-6-11.
- Измоленов А.Г.** Классификация лесных продовольственных растений (на примере Дальнего Востока). № 3-50.
- Кульгин А.А.** Роль температурного фактора в созревании плодов древесных растений. № 5-6-7.
- Курбанов Э.А., Кранкина О.Н.** Древесный детрит в сосновых насаждениях Среднего Заволжья. № 4-27.
- Лебедев А.В., Иванова Э.А.** Патология ели в древостоях разного состава. № 3-46.
- Мазуркин П.М., Русинова Н.В.** Изменение площади места произрастания лидирующего дерева. № 1-14.
- Мартынов А.Н.** Встречаемость подростов ели как фактор продуктивности будущего древостоя. № 4-13.
- Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф.** Интродукция древесных растений в дендрарии СибГТУ. № 5-6-23.
- Минкевич И.И., Ежов О.Н.** Распространение и морфологическое разнообразие плодовых тел сосновой губки в лесах Европейского Севера России. № 3-41.
- Наквасина Е.Н.** Испытание межгеографических полусибирских гибридов сосны обыкновенной в средней подзоне тайги. № 2-15.
- Наквасина Е.Н., Бедрицкая Т.В., Гвоздихина О.А.** Селекционная оценка климатических культур сосны обыкновенной в географических культурах Архангельской области. № 3-27.
- Неволин О.А., Третьяков С.В., Еремينا О.О.** Динамика сосново-березового насаждения при проточном увлажнении почвы в типе леса сосняк-кисличник. № 3-35.
- Осадчий Г.Б.** Установка для локализации и тушения пожара. № 1-32.
- Прокопцов В.В., Андришин Г.С.** Влияние давности рубок ухода в сосняках на состав живого напочвенного покрова. № 2-21.
- Пшеничникова Л.С.** Рост сосны в экспериментальных посадках разной густоты. № 1-25.
- Рябоконе А.П.** Исследование качества древостоев. № 1-36.
- Савин И.К., Гаврилова О.И.** Анализ информации о модельных лесах. № 4-33.

- Сазонова Т.А., Терехова Е.Н., Осипова И.С., Шредерс С.М.** Азотные соединения в хвое растений в условиях промышленного загрязнения. № 5-6-46.
- Спицына Н.Т., Зубарева О.Н., Первозникова В.Д.** Лесоводственная оценка и пылеаккумулирующие свойства березняков в районе карьера по добыче известняка. № 5-6-34.
- Ткаченко А.Н., Самошкин Е.Н.** Изменчивость пыльцы сосны обыкновенной на лесосеменной плантации в Брянском округе зоны широколиственных лесов. № 4-23.
- Турлай И.В., Чернушевич Г.А., Перетрухин В.В., Терешко В.В.** Радиоактивное загрязнение древесины Чернобыльской зоны. № 2-25.
- Усольцев В.А., Усольцев А.В.** Регрессионная модель предельных показателей фитомассы сосновых древостоев. № 1-7.
- Чупров Н.П., Торхов С.В.** К методике определения размера главного пользования лесом. № 2-7.
- ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ
- Борисов Г.А., Земляченко В.Н., Сидоренко Г.И.** Оптимальное трассирование лесовозных дорог. № 2-40.
- Борисов Г.А., Кукин В.Д., Кузина В.И.** Методы поиска наивыгоднейшего варианта сети лесовозных дорог. № 3-63.
- Буторин Н.Н.** Средняя техническая скорость и расход топлива автомобильного поезда. № 5-6-60.
- Главацкий Г.Д., Романович К.В.** Исследование нагруженности опорных катков экспериментального лесного трактора. № 4-49.
- Кучерявый В.И., Чарков В.Д., Мильков С.Н.** Вероятностный расчет нагрузочных режимов работы сучкорезных машин. № 1-46.
- Митрофанов А.А.** К определению несущей способности винтовых якорей. № 2-34.
- Морозов В.С.** Расчет на прочность оснований зимних лесовозных дорог из мерзлого торфа. № 2-45.
- Морозов В.С.** К вопросу о расчете толщины зимних лесовозных дорог на болотах. № 3-71.
- Морозов В.С.** Математическая модель для расчета толщины оснований зимних автомобильных дорог на болотах. № 5-6-53.
- Морозов Г.С.** Определение расчетных значений модулей деформации для оснований временных сооружений из мерзлого торфяного грунта. № 1-62.
- Морозов С.И.** Экспериментальное определение параметров силовой функции. № 3-57.
- Морозов С.И., Морозов В.С.** Транспортное освоение территории Архангельской области на базе лесовозных дорог. № 4-40.
- Павлов Ф.А., Чельшев Т.В.** Влияние касательных напряжений на глубину обработки дорожного покрытия при обеспыливании. № 4-45.
- Стуков В.П.** Дороги и мосты Архангельской области: их настоящее и будущее. № 1-51.
- Чельшева Т.В.** Применение лигносульфонатов для укрепления и обеспыливания лесовозных автомобильных дорог. № 5-6-64.
- Шиловский В.Н.** Математическая модель организации технического сервиса лесозаготовительных машин передвижными средствами. № 3-77.
- Шимкович Д.Г.** О соотношениях для оценки силовых и конструктивных параметров грузоподъемных манипуляторов на начальных стадиях проектирования. № 1-55.
- МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ
- Агеев С.П.** Расчет параметров нагрузки электрических сетей лесопильного производства. № 5-6-94.
- Алексеев А.Е., Бедердинова О.И.** Характеристика входного потока пиломатериалов. № 1-82.
- Алексеев А.Е., Хабаров А.Г., Алексеева Л.В.** К вопросу автоматизированного раскроя брусьев на круглопильных станках. № 2-67.
- Бугаев Ю.В.** Применение векторной оптимизации на графах для моделирования раскроя лесоматериалов. № 3-84.
- Галиахметов Р.Н., Варфоломеев Ю.А.** Создание антисептиков для древесины с учетом механизма их действия на биологические объекты. № 2-54.

- Голяков А.Д.** К вопросу автоматизации операций обрезки и торцовки тонких досок. № 2-70.
- Малыгин В.И., Лобанов Н.В.** Модель напряженного состояния сборного дереворежущего инструмента для оценки его качества на стадии проектирования. № 4-58.
- Малыгин В.И., Смаглов А.Е.** Оценка точности вычислений по уравнению теплопроводности в задачах теплофизики при проектировании дереворежущего инструмента. № 5-6-81.
- Мелехов В.И., Шаповалова Л.Г.** Особенности применения бревен с наклоном волокон в деревянных постройках Русского Севера. № 2-60.
- Павлов Ю.Г.** Фигурный лазерный раскрой материалов деревообработки. № 1-88.
- Пикулин И.А., Снопков В.Б.** Применение побочного продукта добычи нефти в производстве древесностружечных плит. № 4-64.
- Прокофьев Г.Ф., Иванкин И.И.** Устойчивость пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими. № 1-67.
- Прокофьев Г.Ф., Иванкин И.И., Дундин Н.И.** Исследование начальной жесткости полосовых пил. № 3-88.
- Разиньков Е.М., Пономаренко Л.В.** Использование кремнефтористого аммония в качестве отвердителя карбамидоформальдегидных смол. № 5-6-76.
- Руденко Б.Д., Андреев М.Д., Давыдик А.В.** Динамика сушки пиломатериалов в камерах Hildebrand. № 1-95.
- Сергеевичев В.В.** Анализ напряженного состояния фанерных труб. № 1-74.
- Суровцева Л.С., Царева М.М.** Новое в технологии торцовки тонких досок. № 5-6-107.
- Тулейко В.В., Снопков В.Б.** Прессование древесностружечных плит увеличенной толщины. 1. Явления тепло- и массопереноса в древесностружечном брикете. № 3-95.
- Тулейко В.В., Снопков В.Б.** Прессование древесностружечных плит увеличенной толщины. 2. Влияние технологических факторов на процессы тепло- и массопереноса. № 5-6-87.
- Тулейко В.В., Снопков В.Б.** Прессование древесностружечных плит увеличенной толщины. 3. Склеивание внутри древесностружечного брикета. № 4-68.
- Чернышев Ю.Ф., Трошин С.И.** Расчет натяга стандартной деревянной неоднородной втулки в подшипнике скольжения. № 5-6-71.
- ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА
ДРЕВЕСИНЫ
- Айзенштадт А.М., Боголицын К.Г., Богданов М.В., Самылова О.В.** Кинетическая характеристика процесса окисления ванилинового спирта в кислых средах. № 1-104.
- Бауэр О.Ю., Агеев М.А., Санников С.П., Агеев А.Я.** Исследование коллоидно-химических свойств парафиновой дисперсии. № 1-114.
- Венкова Н.В., Гельфанд Е.Д.** Рациональная технологическая схема извлечения сахаров из гидролизат-массы при маломодульном гидролизе растительного сырья. № 5-6-138.
- Гелес И.С.** К вопросу определения химического состава древесного сырья. № 3-102.
- Горбунова О.Ф., Вербицкая С.А.** О взаимосвязи молекулярной массы сульфатного лигнина и приведенного тока при полярнографировании. № 2-100.
- Заляжных В.В., Чухчин Д.Г.** Поглощение лигносульфоновых кислот при обработке сульфитных щелоков анионитом АН-31. № 1-120.
- Заляжных В.В.** Влияние анионитной обработки сульфитного щелока на загрязненность бражного дистиллята. № 2-90.
- Комаров В.И., Кузнецова М.Ю.** Влияние рН бумажной массы на вязкоупругие свойства бумаги для печати. № 3-112.

- Комаров В.И., Кузнецова М.Ю.** Влияние расхода катионного крахмала в кислой и щелочной средах на вязкоупругие свойства бумаги. № 5-6-118.
- Комаров В.И., Кузнецова М.Ю.** Влияние расхода катионного полиакриламида в кислой и щелочной средах на вязкоупругие свойства бумаги. № 4-86.
- Майер Л.В., Арутюнян А.А., Скребец Т.Э., Боголицын К.Г.** Гидродинамические свойства малоизмененных лигнинов. № 5-6-143.
- Пнялкин В.Н., Грязнов С.Е., Цыганов Е.А., Чалова А.В., Соколов О.М., Богданович Н.И.** Технические и экономические аспекты термохимических методов получения жидкого топлива из древесного сырья. № 4-73.
- Почтовалова А.С., Боголицын К.Г.** Аналитическая схема фракционирования органических компонентов сточных вод ЦБП. № 4-98.
- Прокшин Г.Ф., Чертовская В.П., Цыбакова С.Г., Кокрятская Н.М., Вишнякова А.П.** Влияние добавок ДМСО на механизм делигнификации и образования метилсернистых соединений при натронной и сульфатной варках целлюлозы. № 5-6-130.
- Пузырев С.С., Федоров М.К., Клименко З.В.** Физико-химические и электропроводностные свойства ТММ. № 2-81.
- Рогов В.А., Степень Р.А., Саулова Т.А.** Возможности использования хвойных эфирных масел для оздоровления воздушной среды помещений. № 2-76.
- Санников С.П., Бабин А.И., Шашева С.С., Д.П. Шахмаргов.** Установка для исследования реологических характеристик волокнистых суспензий. № 1-100.
- Хабаров Ю.Г., Герасимова Л.В.** Модификация лигнинов путем окислительного радикального сочетания. 4. Окислительное радикальное сочетание фенольных соединений в условиях одноэлектронного окисления. № 1-109.
- Хабаров Ю.Г., Кошутина Н.Н.** Изменение комплексобразующих свойств лигносульфонатов путем нитрозирования. № 5-6-133.
- Хакимова Ф.Х., Ковтун Т.Н., Носкова О.А.** Получение целлюлозного порошка из хлопковой и древесной целлюлозы. № 5-6-113.
- Школьников Е.В., Ананьева Г.Ф.** Кинетика выделения водорастворимых веществ из коры ели и сосны при воднощелочной обработке. № 2-94.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Большаков Н.М.** Методологические основы формирования рентных платежей в лесопользовании. № 2-127.
- Бутко Г.П.** Состояние и финансирование инновационной сферы предприятий лесного комплекса. № 2-132.
- Гейзлер П.С., Синяк Н.Г.** Оптимизация производственной программы мебельного предприятия. № 2-105.
- Зяблов Ю.Б.** Вопросы теории платы за лес на корню. № 3-124.
- Ивлев В.А.** Особенности управления лесными ресурсами Уральского региона. № 5-6-161.
- Кожин А.Е.** Экономическая эффективность вертикальной интеграции лесопромышленных предприятий. № 5-6-174.
- Кожухов Н.И., Сазанова Е.В.** Вопросы ресурсосбережения и использование кусковых отходов в лесопилении. № 1-125.
- Ле Ан Туан, Смирнова А.И.** Экономические подходы к обоснованию технологии лесозаготовок в лесопромышленном холдинге. № 5-6-170.
- Лисица М.И.** Инвестиционный процесс в целлюлозно-бумажной промышленности России. № 2-114.
- Петровский В.С., Парфенов А.В.** Ценообразование и финансовое обеспечение производства мебельных наборов. № 2-109.
- Романов Е.С.** О роли ренты в платежах за лес. № 3-127.
- Терентьев А.О., Сердобинцева Е.Г., Сыч П.Б.** Развитие методики оценки экономической эффективности инвестиций применительно к проектам природоохранного назначения в целлюлозно-бумажной промышленности. № 4-112.

Тимерьянов А.Ш. Лесопромышленный комплекс Республики Башкортостан на переходном этапе. № 4-107.

Шутов И.В. О лесном доходе России. № 5-6-149.

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Калитеевский Р.Е., Смирнова С.А. Информационные технологии сортировки пиловочных бревен. № 4-119.

МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

Молнар Я.Ф. Обучение и консультирование по заказам производства (уроки бизнеса в образовательной сфере). № 5-4-182.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Баданина Л.А., Варфоломеева Е.Ю. Математическое моделирование биопоражения антисептированных древесных образцов при лабораторных испытаниях. № 1-131.

Жиров А.И., Монахов А.К., Шубина М.А. Оценка фитомассы высокопродуктивных сосновых насаждений по материалам радиолокационной съемки. № 4-131.

Иванов В.П. Длительная стимуляция роста как эффект повышения устойчивости сосны обыкновенной под воздействием ПАБК. № 5-6-192.

Минкевич И.И. Об отрицательном эффекте карантинных мероприятий на примере массовых болезней древесных пород. № 3-137.

Невзоров А.Л., Варфоломеев Ю.А., Аксенов С.Е., Ивко В.Р., Ламов И.Ф. Статистический анализ износа несущих конструкций деревянных зданий в Архангельской области. № 5-6-196.

Рябчук В.П., Божок В.А. Особенности плодоношения кари в условиях Украины. № 5-6-188.

Чернодубов А.И. Наследование цвета семенной кожуры потомствами сосны обыкновенной. № 3-134.

Чернодубов А.И. Подкормка маточных плантаций тополей. № 4-125.

Юшкова Е.В., Никонорова Е.В., Величко Н.А., Конев И.К., Репях С.М. Микро-размножение хвойных в условиях in vitro. № 4-128.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Соколов О.М., Невзоров А.Л., Варфоломеев Ю.А., Федотов А.Н., Подражанская Н.Т. Российско-норвежское сотрудничество в сфере образования и науки с участием Архангельского государственного технического университета. № 5-6-202.

ИСТОРИЯ НАУКИ

Генсирук С.А. Корифей лесоводства П.С. Погребняк (к 100-летию со дня рождения). № 2-138.

Ощепков Г.С., Ширнин Ю.А., Мазуркин П.М. 100-летие со дня рождения Василия Евдокимовича Печенкина. № 2-140.

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Броте Т., Варфоломеева Е.Ю., Мартинсен О. 52-й Всемирный конгресс специалистов по недвижимости. № 4-135.

Уголев Б.Н. III Международный симпозиум и сессия Координационного совета по лесоведению. № 1-136.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Арефьев Ю.Ф. Книга о диких свиньях. № 3-141.

Обыденников В.И., Мельник П.Г., Бабич Н.А. О выдающихся лесоведах уходящей эпохи. № 4-140.

Романов Е.С. Книга лесоведа глазами экономиста. № 1-138.

Романов Е.С. Новый российский журнал о лесе. № 4-138.

ЮБИЛЕИ

Выпускники АЛТИ–АГТУ, коллеги, единомышленники, друзья. Олег Михайлович Соколов. № 1-140.

Ильин А.В., Акулов А.И. 70 лет на передовых рубежах науки. № 3-143.

Львов Н.П., Пластинин А.В. 65 лет Солombальскому целлюлозно-бумажному комбинату. № 2-143.

Московский государственный университет леса, Международная Славянская академия, Московское общество испытателей природы. Михаил Дмитриевич Мерзленко. № 3-142.

Обливин А.Н., Семенов Ю.П. Профессору Г.С. Шубину – 75 лет. № 2-142.

Ректорат Архангельского государственного технического университета, факультет природных ресурсов, кафедра промышленного транспорта. Поздравляем с юбилеем! № 1-144.

НЕКРОЛОГИ

Марийский государственный технический университет, факультет лесного хозяйства и экологии, кафедра лесоводства, Министерство экологии и природопользования Республики Марий Эл, Министерство лесного хозяйства Республики Татарстан. Памяти Ф.В. Аглиуллина. № 4-143.