

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

6

1998

ИЗДАТЕЛЬ – АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИБЛИОТЕКА
АРХАНГЕЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

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

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

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

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

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6

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

Сдан в набор 27.12.98. Подписан в печать 12.02.99.
Форм. бум. 70x108-1/16. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 13,48. Усл. кр.-отг. 13,48.
Уч.-изд. л. 16,37. Тираж 1000 экз.

Архангельский государственный технический университет

Адрес редакции: 163007, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 17,
тел. (818-2) 44-13-37

Типография Архангельского государственного технического университета
163007, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 17

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Л.Т. Свиридов.</i> Ударные воздействия на семена хвойных пород при их обработке	7
<i>А.Н. Громцев.</i> Пирологическое районирование таежных территорий на ландшафтной основе	12
<i>А.В. Баканов.</i> Опыт использования лихенофлоры лесных насаждений для экологического зонирования территорий	16
<i>А.Н. Жидков.</i> Лихеноиндикация состояния сосняков Нижегородской области	20
<i>П.В. Миронов, С.Р. Лоскутов.</i> Исследование морозостойкости древесных растений, интродуцируемых в дендрарии Института леса СО РАН. 1. Роль белков-криопротекторов в переохлаждении внутриклеточной воды в тканях лиственницы сибирской	24

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>М.М. Овчинников, В.И. Михасенко.</i> Сравнение различных методов расчета инерционных характеристик пучковых плотов	30
<i>С.И. Морозов.</i> О методике решения задач на соударение автомобилей	37
<i>В.Н. Шиловский, А.В. Питухин.</i> Последовательный контроль безотказности лесозаготовительных машин по альтернативному признаку	44
<i>Е.А. Шекалов, З.Д. Втюрина.</i> Производственные и энергетические показатели эксплуатации башенного крана КБ-572 с грейфером ЛТ-184 на штабелевке и сброске в сплав круглых лесоматериалов	48

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Г.Ф. Прокофьев.</i> Основные направления интенсификации пиления древесины на лесопильных рамах и ленточнопильных станках	53
<i>Ю.А. Варфоломеев, Е.Г. Костина.</i> Воздействие антисептиков на дыхательный газообмен растений	65
<i>С.В. Ершов.</i> Влияние частоты вращения на критическую радиальную силу круглой пилы	69

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Г.А. Пазухина, М. В. Теплоухова.</i> Отбелка органосольVENTной целлюлозы кислородсодержащими реагентами	75
<i>Ф.Х. Хакимова, Д. Р. Нагимов, Т. Н. Ковтун.</i> Бумагообразующие свойства сульфитной целлюлозы, отбеленной по бесхлорной технологии	78
<i>М.М. Чемерис, Н.П. Мусько, Б.Н. Салин, О.Л. Маликова, Н.А. Чемерис.</i> Ацилирование лигноцеллюлозных материалов ангидридами карбоновых кислот	83
<i>М.М. Чемерис, Н. П. Мусько, О. Л. Маликова, Н. А. Чемерис, Д. В. Бабушкин.</i> Получение сложных эфиров целлюлозы из ацилированной древесины ...	89
<i>И.С. Гелес.</i> К вопросу использования сульфитных целлюлоз в связи с их «обессмоливанием»	94
<i>Л.П. Коврижных, А.И. Бейль.</i> Моделирование процесса поликонденсации ЛСТ и карбамида	101

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- В.А. Соколов, Л. С. Морева, О. А. Шараева.* Экономическая оценка леса на корню на основе рыночных критериев _____ 107

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- А.Г. Измоденов.* Продукционная флора Большехецирского заповедника — 113
В.Н. Косицын. Совершенствование методов учета площади распространения дикорастущих ягодников _____ 115
С.И. Осташев, Э.Н. Сабуров. О сопротивлении циклонных эллипсных камер. 118

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Ю.М. Сивергин.* Шорыгина Надежда Николаевна (К 100-летию со дня рождения) _____ 125
М. Санига, И В. Делеган. Лесное образование и наука в Словакии _____ 126
О.М. Соколов, О.А. Неволин. Ломоносов и лес _____ 132

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- С.А. Мамаев.* Практикум по экологии и охране окружающей среды _____ 138
Указатель статей, помещенных в «Лесном журнале» в 1998 г. 140
-

CONTENTS

FORESTRY

<i>L.T. Sviridov.</i> Shock Effect on Seeds of Coniferous Species at their Processing	7
<i>A.N. Gromtsev.</i> Pyrological Zoning of Boreal Areas on Landscape Base	12
<i>A.V. Bakanov.</i> Experience of Using Lichenflora of Forest Stands for Ecological Zoning of Territories	16
<i>A.N. Zhidkov.</i> Lichenindication of Pine Stands State in the Nizhni-Novgorod Region	20
<i>P.V. Mironov, S.P. Loskutov.</i> Investigation of Winter-Resistance of Wood Plants, Introduced into the Arboretum of Institute of Wood of Siberian Department of Russian Academy of Sciences. I. Protein - Cryoprotectors Function in Supercooling of Water in Tissues of Siberian Larch	24

WOODEXPLOITATION

<i>M.M. Ovchinnikov, V.I. Mikhasenko.</i> Comparison of Various Methods of Calculating Inertial Characteristics of Bundle Rafts	30
<i>S.I. Morozov.</i> On Method of Solving Problems of Automobile Collision	37
<i>V.N. Shilovsky, A. V. Pitukhin.</i> Sequential Monitoring of No-Failure Operation of Forest Machines Based on the Alternative Character	44
<i>E.A. Shekalov, Z.D. Vtyurina.</i> Productional and Energy Indices of Operating the Tower Crane KB-572 with LT-184 Grapple when Stacking and Throwing off Roundwood for Floating	48

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE

<i>G.F. Prokofjev.</i> Main Directions of Intensifying Wood Sawing on Frame Saws and Band Saw Machines	53
<i>Yu.A. Varfolomeev, E. G. Kostina.</i> Influence of Antiseptics on Respiratory Gas Exchange of Plants	65
<i>S.V. Ershov.</i> Influence of Rotational Speed on Ultimate Radial Force of Circular Saw	69

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

<i>G.A. Pazukhina, M. V. Teploukhova.</i> Bleaching of Organosolvent Pulp by Oxygen-Containing Reagents	75
<i>F.Kh. Khakimova, D. R. Nagimov, T. N. Kovtun.</i> Paper - Forming Properties of Sulphite Pulp Bleached According to the Chloride-Free Technology	78
<i>M.M. Chemeris, N.P. Musko, B.N. Salin, O.L. Malikova, N.A. Chemeris.</i> Acylation of Lignocellulose Materials by Anhydrides of Carboxylic Acids	83
<i>M.M. Chemeris, N.P. Musko, O.L. Malikova, N. A. Chemeris, D. V. Babushkin.</i> Producing Esters of Cellulose from Acylated Wood	89
<i>I.S. Geles.</i> On the Question of Sulphite Pulp Use due to its' «Detarring»	94
<i>L.P. Kovrizhnykh, A. I. Bail.</i> Modelling of Polycondensation Process for Technical Lignosulphonates and Carbamide	101

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- V.A. Sokolov, L.S. Moreva, O.A. Sharaeva.* Economic Assessment of the Standing Forest Based on the Market Criteria _____ 107

SUMMARIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

- A.G. Izmodenov.* Productional Flora of Bolshekhkhtsirsky National Park _____ 113
V.N. Kositsyn. Improvement of Account Methods of Wild Berry Stands Areas _____ 115
S.I. Ostashev, E.N. Saburov. On the Resistance of Cyclone Ellipse Chambers _____ 118

HISTORY OF SCIENCE

- Yu.M. Sivergin.* Nadeshda N. Shorygina (To the 100 th Anniversary of Birthday). 125
M. Saniga, I.V. Delegan. Forest Education and Science in Slovakia _____ 126
O.M. Sokolov, O.A. Nevolin. Lomonosov and Forest _____ 132

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

- S.A. Mamaev.* Manual on Ecology and Environmental Protection _____ 138
Index of Articles Issued by «Lesnoi Zhurnal» in 1998 _____ 140
-

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*232.315.4

Л. Т. СВИРИДОВ

Воронежская государственная лесотехническая академия

Свиридов Леонид Тимофеевич родился в 1948 г., окончил в 1975 г. Воронежский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин Воронежской государственной лесотехнической академии, академик РАЕН, член Академии естествознания РФ. Имеет более 150 печатных работ в области изучения механизированных процессов обработки лесных семян и их физико-механических характеристик.



УДАРНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЕМЕНА ХВОЙНЫХ ПОРОД ПРИ ИХ ОБРАБОТКЕ

Рассмотрена задача для ударных воздействий рабочих органов обескряливателя на семена хвойных пород при обработке. Получено выражение, позволяющее численным методом рассчитать напряжения, возникающие в семенах при соударении. Даны рекомендации по отдельным режимам и параметрам барабанных обескряливателей.

The problem of shock effect of dewinger operating units on seeds of coniferous species has been investigated. The equation is derived, making it possible to estimate with numerical method the strains arising in the seeds at the collision. The recommendations are given on the specific conditions and parameters of barrel dewingers.

Отечественные семяочистительные машины пока недостаточно совершенны. В процессе их работы семена травмируются, главным образом в питателе и обескряливающем барабане.

В настоящее время используют наиболее эффективный и перспективный дифференцированный способ воздействия рабочих органов на семена при их обескряливании. Он включает две стадии: 1 – предварительное обескряливание при подаче семян; 2 – окончательное отделение крылаток непосредственно в барабане. Для реализации данного способа создан ряд

шнеково-щеточных питателей, параметры которых обоснованы нами при решении контактной задачи удара [5]. Некоторые исследователи считают, что обескряливающие барабаны бильного типа травмируют семена меньше, чем штифтовые [3, 6]. Однако следует признать, что семена в основном травмируются при обработке в обескряливателях. Природа травмирования семян хвойных пород пока никем не исследована.

В обескряливателях барабанного типа отделение крылаток от семян происходит в результате неупругого удара рабочего органа о частицы, трения их о рабочие поверхности и прохождения через отверстия сетчатых полотен. При перемещении по рабочей поверхности частицы также ударяются о проволочные грани сетки. Наибольшие деформации семена испытывают от ударных воздействий и при контакте с проволочной сеткой.

В данной работе рассмотрена задача для первого случая. При этом принято во внимание, что травмирование семян в обескряливателе в основном обусловлено его конструкцией и технологическими режимами работы. Другие факторы (грибковые болезни, несоблюдение режимов сушки в шишкосушильниках) нами не учитывались.

При подаче семян из загрузочного бункера в обескряливатель происходит их неупругий удар о щеточные элементы рабочих органов и верхнюю часть барабана. Наиболее опасен удар о верхнюю часть. Для определения возникающих напряжений рассмотрим процесс соударения семян в предположении, что верхняя часть нашего барабана покрыта упругодеформируемым материалом, например резиной. Удар происходит в результате резкого изменения скорости за небольшой промежуток времени. Это явление можно уподобить падению тела или его движению в горизонтальной плоскости со скоростью V [1].

Будем считать, что при ударе кинетическая энергия T_k ударяемого семени полностью превращается в потенциальную энергию U_d упругодеформируемого материала поверхности [2]:

$$T_k = \frac{m_c V_y^2}{2}; \quad (1)$$

$$U_d = \frac{P_d \epsilon}{2}, \quad (2)$$

где m_c — масса семени;

V_y — скорость соударения семени с поверхностью, которую можно принять равной окружной скорости вращения рабочих органов обескряливателя;

P_d — сила, действующая на соударяемую поверхность при ударе семени;

ϵ — суммарная деформация соударяемой поверхности (ϵ_n) и семени (ϵ_c).

При динамическом действии нагрузки зависимость между деформацией и возникающим напряжением подчиняется закону Гука, т. е. в нашем

случае модули упругости поверхности материала и семени сохраняют свои величины. Тогда [2, 4]

$$\varepsilon_n = \frac{P_d \delta_n}{E_n F_k}; \quad \varepsilon_c = \frac{P_d c_c}{E_c F_k} \quad (3)$$

где δ_n – толщина соударяемой с семенем поверхности;

c_c – толщина семени;

E_n, E_c – модули упругости соударяемой поверхности и семени;

F_k – площадь контакта соударяемой поверхности и семени.

Рассматривая семена хвойных пород как трехосный эллипсоид, определяем приближенно площадь контакта F_k , принимая во внимание, что контакт с поверхностью происходит продольной плоскостью семени:

$$F_k = 2 F_\delta \varepsilon / c_c,$$

где $F_\delta = \pi a b = \pi a_c b_c / 4$;

a, b, c – соответственно большая, средняя и меньшая полуоси эллипсоида, $a = a_c / 2$; $b = b_c / 2$; $c = c_c / 2$ (где a_c, b_c, c_c – соответственно длина, ширина и толщина семени).

Поскольку при $\varepsilon = 0$ площадь $F_k = 0$, а при $\varepsilon = c_c$ $F_k = F_\delta$, то

$$F_k \approx \pi a_c b_c (\varepsilon_n + \varepsilon_c) / 2c_c. \quad (4)$$

Если иметь в виду, что ε_n и ε_c – деформации поверхности соударения и семени в центре контакта, то их средние (физические) значения

$$\varepsilon_{n,\phi} = \frac{1}{2} \varepsilon_n, \quad \varepsilon_{c,\phi} = \frac{1}{2} \varepsilon_c.$$

Тогда

$$\begin{aligned} \varepsilon_{n,\phi} &= \frac{P_d \delta_n}{2 E_n F_k}; \quad \varepsilon_{c,\phi} = \frac{P_d c_c}{2 E_c F_k}; \\ \varepsilon = \varepsilon_{n,\phi} + \varepsilon_{c,\phi} &= \frac{P_d \delta_n}{2 E_n F_k} + \frac{P_d c_c}{2 E_c F_k} = \frac{P_d}{2 F_k} \left(\frac{\delta_n}{E_n} + \frac{c_c}{E_c} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

На основании закона сохранения энергии $T_k = U_d$, или

$$\frac{m_c V_y^2}{2} = \frac{P_d (\varepsilon_{n,\phi} + \varepsilon_{c,\phi})}{2} \quad (6)$$

Подставляя значения ε_n и ε_c в выражение (6) и решая относительно P_d , получаем

$$P_d^2 = \frac{4 m_c V_y^2 E_n E_c F_k}{2 \delta_n E_c + c_c E_n} \quad (7)$$

Разделим обе части уравнения (7) на F_k^2 :

$$\frac{P_d^2}{F_k^2} = \frac{4 m_c V_y^2 E_n E_c}{F_k (2 \delta_n E_c + c_c E_n)} \quad (8)$$

Учитывая, что $P_d/F_k = \sigma_k$ — напряжение в месте контакта, получаем выражение для определения напряжения в семени при его соударении с покрытием:

$$\sigma_k^2 = \frac{4m_c V_y^2 E_n E_c c_c}{\pi a_c b_c (\varepsilon_{n,\phi} + \varepsilon_{c,\phi})(2\delta_n E_c + c_c E_n)}. \quad (9)$$

Преобразуем выражение (9) в более удобный для расчетов вид. Для этого выразим $\varepsilon_{n,\phi}$ и $\varepsilon_{c,\phi}$ через другие параметры. Из выражения (5)

$$P_d = \frac{2F_k(\varepsilon_{n,\phi} + \varepsilon_{c,\phi})}{\delta_n / E_n + c_c / E_c}; \quad U_d = \frac{P_d(\varepsilon_{n,\phi} + \varepsilon_{c,\phi})}{2}.$$

Тогда

$$U_d = \frac{F_k(E_n + E_c)}{(\delta_n + c_c)(\varepsilon_{n,\phi} + \varepsilon_{c,\phi})^2}.$$

Но так как $T_k = U_d$, а из выражения (4) $F_k = \frac{\pi a_c b_c (\varepsilon_{n,\phi} + \varepsilon_{c,\phi})}{2c_c}$, то

окончательно находим

$$\sigma_k^3 = \frac{2m_c V_y^2 E_n^2 E_c^2 c_c}{\pi a_c b_c (2\delta_n E_c + c_c E_n)^2}. \quad (10)$$

Из уравнения (10) видно, что напряжения, возникающие в семенах при соударении, зависят от массы семени, скорости его удара о поверхность, модулей упругости поверхности и семян, толщины эластичного покрытия. Анализ данного выражения свидетельствует, что при постоянных значениях массы, размерных показателей и модуля упругости семян хвойных пород напряжения при соударении можно значительно снизить, уменьшая скорость вращения рабочих органов обескряливателя и увеличивая толщину эластичного покрытия, а также применяя в качестве внутренней рабочей поверхности материал с малым модулем упругости (резина, прорезиненный материал и т. д.). Расчет на ЭВМ «Электроника-60» показал, что если, например, соударяющую поверхность покрыть резиной толщиной $\delta_n = 0,5 \times 10^{-3}$ м с модулем упругости $E_n = 200$ МПа, то для семян сосны обыкновенной при $a_c = 3,87 \cdot 10^{-3}$ м, $b_c = 2,38 \cdot 10^{-3}$ м, $c_c = 1,36 \cdot 10^{-3}$ м, $m_c = 5,62 \cdot 10^{-6}$ кг, $E_c = 165$ МПа напряжение в семени будет равно $\sigma_k = 2,9$ МПа при скорости $V_y = 2$ м/с. Если толщину покрытия увеличить, а остальные исходные данные оставить без изменения, то для разных скоростей вращения рабочих органов получим различные значения напряжений (рис. 1). Из графика видно, что с увеличением толщины покрытия значения σ_k уменьшаются. Зная скорость вращения рабочих органов и допускаемые напряжения разрушения семян хвойных пород, можно определить толщину упругодеформируемого материала.

Сравнивая численные значения напряжений, представленные на графике рис. 2, с полученными нами ранее значениями разрушающих на-

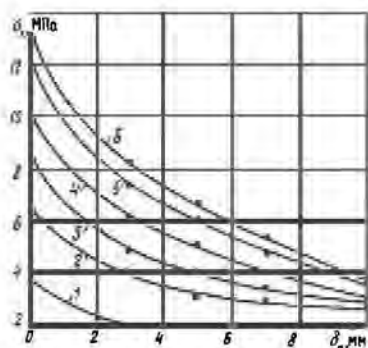


Рис.1. Влияние толщины покрытия δ_p на напряжения σ_k , возникающие в семенах сосны при различной скорости обработки V : 1 – 1, 2 – 2, 3 – 3, 4 – 4, 5 – 5, 6 – 6 м/с

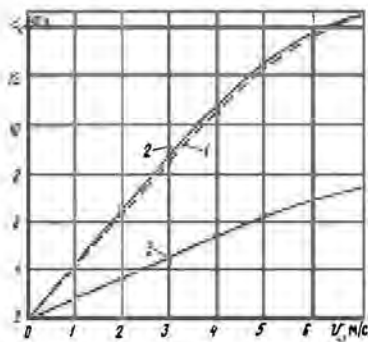


Рис.2. Влияние скорости соударения V_u на напряжения σ_k , возникающие в семенах: 1 – сосна, ель, $\delta_p = 0$; 2 – лиственница, $\delta_p = 0$; 3 – сосна, $\delta_p = 5$ мм

пращений в семенах [6], можно заключить, что при отсутствии эластичного покрытия скорость 2,7...2,8 м/с будет приводить к возникновению напряжений, увеличивающих степень травмирования семян. В то же время из графика рис. 1 следует, что покрытие рабочей поверхности обескряливающего барабана эластичным материалом, например резиной толщиной 5 мм, позволяет снизить напряжения в семенах в 2,0 – 2,5 раза. Скорость обработки семян сосны обыкновенной 3,0 м/с приводит к возникновению в них напряжений, близких к предельным, поэтому она должна быть несколько меньше. Увеличение толщины покрытия позволяет повысить скорость вращения рабочих органов (см. рис. 1), однако незначительно, так как кроме эластичного материала в обескряливателе есть сепарирующая сетчатая поверхность, изготовленная из стальной проволоки.

Таким образом, выражение (10) позволяет численным методом рассчитать напряжения, возникающие в семенах в процессе обескряливания с учетом их технологических и механических характеристик при различных скоростях обработки. Сравнивая эти напряжения с допускаемыми, можно установить предельные и наилучшие режимы обработки и толщину покрытия внутренней поверхности обескряливателя. Для обработки семян сосны, ели и лиственницы, имеющих примерно одинаковые показатели допускаемых напряжений, скорость 3,0 м/с является предельной, при этом толщина внутреннего покрытия должна быть не менее 5 мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Александров Е.В., Соколинский В.Б. Прикладная теория и расчеты ударных систем. - М.: Наука, 1977. - 199 с. [2]. Алферов С.А., Панов А.А. Механическая повреждаемость зерна при ударе//Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 1981.- № 3.- С. 50-51. [3]. Каверин В.В. Добывание, обескряливание и очистка хвойных семян.- М.: Гослестехиздат, 1935.- 84 с. [4]. Саусвелл Р.В. Введение в теорию упругости для инженеров и физиков/Пер. с англ.

И. Е. Сахарова. - М.: Гос. изд-во иностр. лит., 1948.- 675 с. [5]. Свиридов Л. Т. Повышение эффективности механизированных процессов обработки семян хвойных пород: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук.- М., 1992.- 40 с. [6]. Свиридов Л. Т. Технологические и механические свойства лесных семян и плодов.- Воронеж: Изд-во ВГУ, 1993.- 140 с.

Поступила 9 марта 1995 г

УДК 581.524.342

А. Н. ГРОМЦЕВ

Институт леса Карельского НЦ РАН



Громцев Андрей Николаевич родился в 1958 г., окончил в 1980 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией экологии лесных ландшафтов Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет более 50 печатных работ по исследованию ландшафтных закономерностей структурно-динамической организации таежных лесов.

ПИРОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТАЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ

Установлено, что лесные сообщества естественного происхождения представляют собой различные стадии послепожарных сукцессионных рядов. Проведено районирование региона исследований по вариантам естественного пожарного режима в лесах.

It has been found out that forest communities of natural origin represent different stages of post-fire successive rows. The investigations of region zoning has been carried out based on the alternatives of natural fire conditions in the forests.

Пожарный режим в лесах Карелии изучали в рамках ландшафтно-экологических исследований. Предварительно были разработаны оригинальная классификация (табл. 1) и карта таежных ландшафтов, по материалам полевых наблюдений дана их комплексная количественная и качественная характеристика [1, 2]. Ландшафты выделяли по генетическим формам

рельефа и четвертичным отложениям, степени заболоченности территории и преобладающим типам лесных местообитаний (сосновые и еловые).

Таблица 1

Классификация ландшафтов Восточной Фенноскандии

Преобладающие типы местообитаний	Заболоченность территорий		
	сильная (> 50 %)	средняя (20...50 %)	слабая (< 20 %)
I. Озерные, озерно-ледниковые и морские (М) равнины			
Еловые	1	2	—
Сосновые	3	4	5
II. Ледниковые (Л) и водно-ледниковые (ВЛ) холмисто-грядовые			
Еловые	—	6	—
Сосновые	7	8	9
III. Ледниково-аккумулятивные сложного рельефа			
Еловые	—	10	—
Сосновые	—	11	—
IV. Денудационно-тектонические холмистые, холмисто-грядовые с комплексом ледниковых образований (Л) и низкогорья (Г)			
Еловые	—	12	—
Сосновые	13	14	—
V. Денудационно-тектонические грядовые (сельговые)			
Еловые	15	16	—
Сосновые	17	18	—
VI. Скальные			
Сосновые	19	20	—

Изучение пожарного режима в различных ландшафтах базировалось на данных стратиграфического анализа торфяных залежей, где фиксировали и датировали пожарные слои (ПС). Всего заложено 700 скважин. Кроме того, во всех почвенных разрезах отмечали наличие и мощность угольного слоя, датировали пожарные шрамы на деревьях, учитывали пни и древесные остатки на поверхности земли, имеющие следы огня.

В итоге было проведено районирование региона по особенностям естественного пожарного режима. Получены материалы, характеризующие пожарный режим в различных таежных ландшафтах во второй половине голоцена, т. е. за последние тысячелетия. В целом каждый тип таежного ландшафта в той или иной мере отличается частотой и особенностями распространения пожаров. Однако параметры многих из них очень близки, что позволяет их группировать (табл. 2).

При обсуждении данных следует иметь в виду два важных обстоятельства. Во-первых, это периодичность только самых сильных пожаров, распространявшихся на заболоченные земли и оставивших хорошо выраженный пожарный или угольный слой. В их число не вошли пожары, происходившие только на минеральных землях (их периодичность может фиксироваться только по пожарным шрамам на деревьях). Во-вторых, пожары последних 300 лет, имевшие в подавляющем большинстве антропогенное происхождение, исключены из этого списка.

Таблица 2

Краткая характеристика пожарного режима в различных группах типов ландшафта (по данным стратиграфического анализа торфяных залежей)

Номер группы типов ландшафта	Тип ландшафта (номер по табл.1)	Встречаемость ПС*, %	Среднее число ПС на одну скважину	Рекордное число ПС в скважине (лет назад)	Примечание
Северотаежная подзона					
1	3М, 8ВЛ, 19	70...100	1-2	4...8 (300...2200)	Равномерное размещение ПС по территории То же
2	3, 4, 7Л, 8Л, 11, 13, 13Л, 14, 14Л, 18	20...60	0,2...0,8	1...5 (300...1500)	
3	12Л, 15	Около 30	Около 0,2	1 (300...2200)	Единичные ПС ПС либо не фиксируются, либо обнаруживаются редко только в отдельных скважинах
4	1М, 12Г	0...10	< 0,1	1 (300...750)	
Среднетаежная подзона					
1	7ВЛ, 8ВЛ, 13, 13Л, 20	70...90	2...5	10...17 (300...1500)	Равномерное размещение ПС по территории То же
2	3, 4, 5, 9ВЛ, 17, 18	Около 70	Около 1,5	6 (300...1500)	
3	2, 6Л, 10, 12Л, 16	10...50	0,1...2,0	1...12 (300...2200)	Подавляющая часть ПС только по периферии песчаных холмов и гряд

* Процент скважин с хотя бы одним ПС.

Антропогенное влияние на естественные пожарные режимы в последние тысячелетия оценить очень трудно. В послеледниковую эпоху северо-западные территории таежной зоны были стремительно освоены продвигавшимися с юга и юго-запада мезолитическими (10...5 тыс. лет до н. э.), а затем и более поздними племенами. Нетрудно предположить, что с тех пор источниками пожаров становились не только молнии. В то же время практически до последнего столетия на подавляющей части таежной зоны распространение пожаров носило стихийный характер, ограниченный только естественными факторами. Разделить пожары, происходившие в столь отдаленной ретроспективе, на естественные и антропогенные не представляется возможным. В любом случае, независимо от происхождения загорания, на протяжении тысячелетий таежные территории подвергались периодическому воздействию огня.

Результаты стратиграфического анализа торфяных залежей свидетельствуют о том, что в разных типах таежного ландшафта пожарный режим был различным. Четко выделяются территории, где воздействие пи-

рогенного фактора носило исключительно спорадический характер (четвертая группа типов северотаежного ландшафта). Пожары случались здесь не чаще одного раза в тысячелетие и носили повальный характер. По-видимому, они были связаны с аномальными отклонениями в погодных условиях (засухами). В третьей группе ландшафтов их ядровые части затрагивались огнем 1-2 раза в тысячелетие. Однако по песчаным холмам и грядам флювиогляциального генезиса пожары распространялись на часть территории значительно чаще, захватывая, однако, лишь прилегающие к этим формам рельефа участки. Вторая группа отличается высокой частотой пожаров, распространявшихся по большей части их территории в среднем один раз в 300 лет. Низовые пожары на минеральных землях случались значительно чаще.

Эталоном пирогенной уязвимости является первая группа ландшафтов. Подавляющая часть их территории подвергалась воздействию огня в среднем один раз в 200 лет. На части этих территорий в среднетаежной подзоне зафиксирована максимальная частота повальных пожаров (18 за последние 300...1500 лет). На минеральных землях низовые пожары происходили здесь 1-2 раза в 100 лет.

Обращают на себя внимание зональные особенности пожарного режима, даже в однотипных ландшафтах. В среднетаежной подзоне пожары происходят чаще. Это явление не случайно. По-видимому, меньшая частота пожаров в северной тайге связана с более высокой заболоченностью территории (в два раза), ограничивающей распространение огня. Здесь значительно меньше продолжительность пожароопасного периода. Кроме того, эти территории в прошлом были менее освоены человеком по сравнению со среднетаежной подзоной, что способствовало снижению числа пожаров антропогенного происхождения.

Таким образом, можно утверждать, что в послеледниковый период в спонтанных лесах различных типов ландшафта сложились определенные варианты пожарного режима. Они



Районирование Восточной Фенноскандии по особенностям естественного пожарного режима: 1 – территории с самой низкой; 2 – средней; 3 – высокой; 4 – самой высокой частотой пожаров

трансформировались в соответствии с естественными изменениями лесного покрова, вызванного глобальными колебаниями климата. Особенности пожарного режима в последние тысячелетия в территориальном аспекте позволяют представить пирологическое районирование региона (см. карту). Районы с тем или иным вариантом пожарного режима оконтуривали по границам ландшафтных выделов. Масштаб карты позволяет представить их лишь в самом общем, эскизном виде. Более конкретную и детальную информацию дает аналогичное районирование, выполненное на основе карты местностей – наиболее крупных морфологических частей ландшафта в масштабе 1:500 000.

Фактически эти материалы характеризуют и современную пирологическую ситуацию в регионе или четко демонстрируют вероятность возникновения и распространения пожаров в связи с естественными (ландшафтными) особенностями территории, которые остаются практически неизменными на протяжении многих столетий. Данные наших исследований целесообразно использовать как основу при планировании противопожарных мероприятий на региональном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика)/А. Д. Волков, А. Н. Громцев, Г. В. Еруков и др. - Петрозаводск, 1990.- 284 с. [2]. Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика)/А. Д. Волков, А. Н. Громцев, Г. В. Еруков и др. - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995.- 194 с.

Поступила 18 января 1995 г.

УДК 502.574:630*182

А. В. БАКАНОВ

Московский государственный университет леса



Баканов Александр Валерьевич родился в 1964 г., окончил в 1991 г. Московский государственный университет леса, аспирант кафедры промышленной экологии и защиты леса Московского государственного университета леса. Имеет 2 печатные работы по изучению влияния основных промышленных загрязнителей атмосферы на биоиндикационные показатели хвойных насаждений, разработке перспективных методов оценки состояния лесных насаждений и атмосферы.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИШАЙНОФЛОРЫ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Предложен способ оценки состояния атмосферного воздуха методом лишайнометрических измерений в промышленных зонах. Определен видовой состав лишайнофлоры.

The way of assessing the atmospheric air condition has been proposed by the method of lichenmetrical measurements in the industrial zones. The species composition of lichenflora is defined.

Лишайники, получающие практически все необходимое для жизни аэральным путем, растут относительно медленно и могут быть использованы как индикаторы загрязнения воздуха. В условиях стабильного загрязнения они способны реагировать даже на относительно низкие концентрации поллютантов, что и служило причиной использования их для оценки состояния атмосферы [2 – 4].

Наши исследования проведены на территории Сергиево-Посадского района Московской области. Цель исследований – установить границы распространения промышленных загрязнителей и соответствующих им концентраций, определить видовой состав лишайнофлоры и ее состояние.

Большинство методов лишайноиндикационного картирования базировалось на определении видового состава лишайнофлоры, что обусловлено разной чувствительностью отдельных видов к загрязнителям атмосферы [2, 3]. Было предложено оценивать состояние лишайнофлоры и проводить экологическое зонирование территорий на основе лишайнометрических исследований с учетом не только числа видов лишайников, но и степени заселения ими стволов хвойных и лиственных деревьев [6]. Наличие или отсутствие определенных видов, а также число видов на пробной площади служит критерием оценки загрязнения атмосферы [2 – 4].

Исследования проводили в течение 1993-1994 гг. на 40 пробных площадях, заложенных по маршрутным ходам и вблизи источников выбросов, в смешанных елово-лиственных насаждениях (возраст 50...90 лет, полнота 0,7...0,8, бонитет I – II, тип леса ельник сложный, тип условий местопроизрастания С₂). На 100 деревьях раздельно хвойных и лиственных пород (по возможности ель обыкновенная, береза повислая) определяли: процент заселенных лишайниками стволов; высоту заселения ствола, м; плотность заселения ствола, балл (1, 2 – единично, 3, 4, 5 – групповые колонии, 6, 7, 8 – большие, почти сплошные колонии, 9, 10 – сплошное заселение коры по всей высоте). Высоту заселения ствола измеряли мерной двухметровой линейкой, а при необходимости высотомером Анучина; плотность заселения устанавливали визуально. Учитывали все деревья диаметром 28 см и более, так как на деревьях меньшей толщины поселения лишайников почти не встречались. На каждой пробной площадке отбирали образцы лишайников для определения видового состава. Учитывали все виды лишайников.

Основной покров эпифитной лишенофлоры Сергиево-Посадского района образован (до 90 % площади всех заселенных деревьев) двумя видами: *Cladonia coniocraea* (Flk.) Spreng. и *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.

Данные виды сравнительно устойчивы к загрязнению атмосферы [2 – 4], по ним в основном и оценивали поселения лишайников на стволах. Эти два вида занимают разные участки ствола дерева в насаждениях. Если первый распространен от корней по стволу на высоту 1,0...1,5 м, то последний от 1,0 м и выше. Развитие этих видов сильно зависит от типа коры. Особенно это относится к *H. physodes*, которая поселяется преимущественно на бедной питательными веществами «кислой» коре хвойных и лиственных (ель, сосна, береза, дуб).

В атмосферу Сергиево-Посадского района ежегодно поступает около 85 000 т экввалентов. Выбросы автотранспорта составляют 82 %, промышленных предприятий и организаций города и района – 18 %. Среди атмосферных загрязнителей преобладают сернистый ангидрид, оксиды азота, углерода (соответственно 3987, 5410 и 58 837 т в год).

Расчеты ИПГ [1] показали, что в восточной части Московской области, куда входит Сергиево-Посадский район, среднегодовая концентрация сернистого ангидрида равна 7,9 мкг/м³, что обеспечивает выпадение сульфатной серы 21,4 кг/га. Эти величины превышают критические уровни нагрузки серы на лесные экосистемы почти в 2 раза [6].

Вместе с тем, по данным ряда организаций, уровень фоновых концентраций по сернистому ангидриду в Сергиево-Посадском районе изменяется от 0,05 до 0,20 мг/м³ (максимальная разовая), по оксидам азота от 0,015 до 0,090 мг/м³, по оксиду углерода от 0,8 до 1,0 мг/м³. Концентрации ингредиентов не превышают санитарно-гигиенических ПДК [2], но превышают ПДК для растений [5].

Исследования показали, что в Сергиево-Посадском районе выявлено 23 вида лишайников. Неустойчивых к загрязнению видов родов *Usnea*, *Alectoria*, *Bryopogon* не обнаружено [3, 4].

Лишенофлора Сергиево-Посадского района: *Cladonia coniocraea* (Flk.) Spreng., *C. cenotea* (Ach.) Schaer., *C. bacillaris* Nyl., *C. fimbriata* (L.) Fr., *C. digitata* (L.) Schaer., *C. foliacea* (Huds.) Hoffm., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., *Cetraria islandica* (L.) Ach., *C. pinastri* (Scop.) S.Gray., *Parmelia sulcata* Tayl., *Physcia ciliata* (Hoffm.) Du Rietz., *Ph. aipolia* (Humb.) Fururohr., *Parmeliopsis ambigua* (Wulf.) Nyl., *Physconia grisea* (Lam.) Paelt., *Ph. pulverulacea* Moberg., *Evernia prunastri* (L.) Ach., *E. mesomorpha* (Flot.) Nyl., *Phaeophyscia orbicularis* (Neck) Moberg., *Peltigera canina* (L.) Willd., *P. malacea* (Ach.) Tunche., *Lecanora varia* (Hoffm.) Ach., *Buellia punctata* (Hoffm.) Mass.

Количество видов на пробных площадях увеличивается по мере удаления от промышленных центров и зон, достигая 5...10 в северной части Сергиево-Посадского района. В тех насаждениях, где лишайников больше и относительно чище атмосферный воздух, выше процент заселения деревьев, плотность и высота заселения стволов.

Особенности заселения лишайниками хвойных деревьев по экологическим зонам показаны в табл. 1, лиственных – в табл. 2.

Таблица 1

Номер зоны	Среднее число видов лишайников, шт.	Процент заселения деревьев	Средняя высота заселения, м	Средняя плотность заселения, балл
1	2	7,10	0,32	3,16
2	4	19,24	0,35	3,40
3	5	51,23	2,05	5,12
Контроль	5	82,00	5,22	7,24

Таблица 2

Номер зоны	Процент заселения деревьев	Средняя высота заселения, м	Средняя плотность заселения, балл	Индекс чистоты воздуха, балл
1	38,80	0,86	3,86	14,88
2	69,35	1,22	4,88	22,81
3	88,69	5,81	5,76	37,93
Контроль	98,00	7,37	7,30	50,10

Недостаточная четкость в изменении отдельных лишеноиндикационных параметров обусловила разработку интегрированного показателя – индекса чистоты воздуха (ИЧВ), представляющего собой сумму всех показателей состояния лишенофлоры в относительных единицах (табл. 1, 2).

По результатам двухлетнего цикла исследований была составлена карта экологического зонирования территории района (см. схему).

Зависимость между ИЧВ, максимальными разовыми концентрациями сернистого ангидрида и выделенными на территории района зонами имеет следующий вид:



Схема экологического зонирования территории Сергиево-Посадского района

ИЧВ, балл	Концентрация, мг/м ³	Зона
0...10,0	0,22...0,30	Отсутствует
10,1...20,0	0,15...0,21	1
20,1...30,0	0,08...0,14	2
30,1...40,0	0,05...0,07	3
40,1...50,0	≤ 0,05	3

Таким образом, исследования позволили провести экологическое зонирование территории, установить относительные границы распространения промышленных загрязнителей, концентрации сернистого ангидрида по зонам, видовой состав лишенофлоры Сергиево-Посадского района и степень ее

развития. Одновременно проводившиеся исследования состояния еловых насаждений показали, что в выделенных нами экологических зонах со степенью загрязнения воздуха и состоянием лишенофлоры достаточно четко коррелируют: радиальный годичный прирост; возраст хвои; степень охвоенности боковых побегов; длина, толщина и сухая масса побегов по годам [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Атмосферные нагрузки загрязняющих веществ на территории СССР /В.Г. Василецко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман и др. - М.: Гидрометеоздат, 1991.- 188 с. [2]. Бязров Л.Г. Видовой состав и распределение эпифитных лишайников в лесных насаждениях Москвы //Лесоведение.- М.: Наука, 1994.- № 1.- С. 45-56. [3]. Инсаров И.Д., Инсаров Г.Э. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха //Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 12.- Л.: Гидрометеоздат, 1989.- С. 113-115. [4]. Крючков В.В. Предельные антропогенные нагрузки и состояние экосистем Севера //Экология.- М.: Наука, 1991.- № 3.- С. 28-40. [5]. Николаевский В.С., Николаевская Т.В. Методика определения предельно допустимых концентраций вредных газов для растительности.- М.: МЛТИ, 1988.- 15 с. [6]. Николаевский В.С., Баканов А.В. Биоиндикация загрязнения окружающей среды и состояния лесных насаждений Сергиево-Посадского района Московской области: Отчет по НИР МНЦ ОВОС.- М., 1993.- С. 29.

Поступила 4 апреля 1995 г.

УДК 582.29:504.054

А.Н. ЖИДКОВ

ВНИИЛМ



Жидков Андрей Николаевич родился в 1966 г., окончил в 1990 г. Саратовский сельскохозяйственный институт, аспирант отдела экологии леса ВНИИЛМ. Имеет 10 печатных работ по использованию эпифитных лишайников в комплексной оценке состояния сосняков, подверженных промышленному воздействию.

ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ СОСНЯКОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучены наиболее приоритетные для лихеноиндикации эпифитные лишайники сосновых лесов, их распространение, обоснованы величины допустимых выпадений поллютантов, усовершенствована оценка состояния фитоценозов.

Epiphyte lichens, the most priority ones for lichenindication of pine stands, have been studied as well as their habitat. The values of allowable fall-out of pollutants have been substantiated and the assessment of phytocoenosis state has been improved.

В центральной части европейской территории России, в зоне воздействия промышленных выбросов, наблюдается ухудшение состояния сосновых насаждений. До настоящего времени ведется поиск надежных индикаторов степени загрязнения, вызывающего гибель сосны. Установлено, что индикаторами техногенного воздействия на лесные экосистемы являются эпифитные лишайники.

Пагубное влияние загрязнения для эпифитных лишайников обусловлено следующими особенностями их строения и метаболизма:

1) высокой чувствительностью фикобионта и, возможно, в некоторых случаях грибного компонента к фитотоксикантам;

2) низкой регуляцией поглощения газов и жидкостей слоевищами лишайника;

3) очень медленным возобновлением лишайникового слоевища. Воздействие поллютантов вызывает такие повреждения, которые не исчезают вплоть до гибели таллома (в то время как у высших растений поврежденные ткани относительно быстро заменяются новыми);

4) практическим отсутствием выделения в среду впитавшихся элементов;

5) строгими требованиями к кислотности и химическому составу субстрата, изменение которых приводит к гибели лишайников;

6) предположительно особым взаимодействием между компонентами лишайника, повышающим чувствительность их к загрязнению [3, 5, 10, 11].

Цель наших исследований – изучить распространение эпифитных макролишайников сосновых лесов в загрязненных и фоновых районах Нижегородской области для обоснования допустимых объемов поллютантов и совершенствования оценки состояния сосновых фитоценозов в условиях техногенного воздействия.

Объектами исследования служили чистые сосновые насаждения 85 – 130-летнего возраста, наиболее типичные для данного региона, расположенные в Дзержинском, Балахнинском и Затонском лесхозах. Экологическую идентичность фитоценозов подтвердили геоботанические, агрохимические и гидрологические исследования, проведенные во ВНИИЛМе ранее.

В качестве контроля выбраны сосняки Затонского лесхоза, удаленные от Дзержинска на 70 км. Распространение лишайников в лесах данной климатической зоны является нормой.

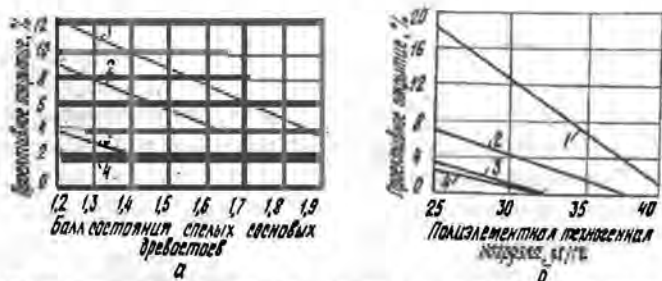
Промышленные предприятия г. Дзержинска Нижегородской области и автотранспорт выбрасывают до 150 наименований загрязняющих веществ, из них 79 % органических и 21 % неорганических; в среднегодовом объеме преобладает доля неорганических примесей (93 %). Дзержинск занимает первое место в Нижегородской области по выбросам диоксида азота, фенола, аммиака, хлора, хлороводорода, циклогексанола. Выбросы от автотранспорта составляют 17 % общего воздушного загрязнения [4, 9].

Выбросы в объеме 37,6 % производятся через трубы высотой от 100 до 200 м, 62,2 % – от 50 до 100 м, 0,2 % – до 50 м. Наиболее опасными для лесов компонентами здесь являются диоксид азота, хлор и аммиак.

В лишеноиндикации сосняков мы использовали виды макролишайников, доминирующих в проективном покрытии стволов: *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Evernia mesomorpha* (Flot.) Nyl., *Usnea hirta* (L.) G. H. Web. emend. Mot., *Pseudoevernia furfuracea* (L.) Zopf. Распространение этих лишайников согласуется с расстоянием от источников выбросов и уровнем загрязнения среды обитания.

Уровень загрязнения лесных экосистем на пробных площадях определяли по методикам мониторинга снежного покрова [1], состояние сосновых древостоев – по рекомендациям ВНИИЛМ и шкале UN/ECE [2, 7, 8]. Определение элементов при химическом анализе проб по 21 соединению и элементу выполняли на плазменном спектрофотометре ICAP-500.

Состояние сосновых древостоев и лишайников (проективное покрытие) коррелирует с концентрацией поллютантов, содержащихся в снежном покрове и коре сосны в загрязненных и фоновых районах. Значения pH снежного покрова, концентраций аммония, меди и стронция образуют уравнения регрессии с приемлемыми коэффициентами корреляции. Сопоставляя состояние сосновых древостоев и распространение эпифитных лишайников, мы констатируем предельное значение последнего в спелых насаждениях – 1,9 балла (рис. а).



Проективное покрытие эпифитных лишайников в зависимости от состояния древостоев (а) и техногенной нагрузки (б): 1 – *Hypogymnia physodes*; 2 – *Evernia mesomorpha*; 3 – *Usnea hirta*; 4 – *Pseudoevernia furfuracea*

В условиях воздействия Дзержинского промышленного комплекса подкисления осадков не наблюдается. Напротив, талые воды имеют преимущественно нейтральную реакцию (рН 6,2 ... 6,9), более щелочную, чем у чистой дождевой воды (рН 5,6). Оптимум кислотности коры, по нашим данным, для стволовых лишайников сосновых фитоценозов составляет рН 3,5 ... 4,0. Подщелачивание коры сосны выше значений рН 4,5 в условиях воздействия Дзержинского комплекса предприятий энергетики и химической промышленности ведет к сокращению проективного покрытия и обилия видов лишайников. До 40 кг/га полиэлементной нагрузки за зимний период выдерживает *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., остальные виды более чувствительны (рис. б). Линейные корреляционные уравнения связи проективного покрытия с техногенной нагрузкой в течение зимнего периода имеют вид:

для *Hypogymnia physodes*

$$Y = 42 - 0,96 X; \quad r = -0,55; \quad F = 3,10; \quad t = -1,86;$$

для *Evernia mesomorpha*

$$Y = 36,76 - 1,2 X; \quad r = -0,72; \quad F = 7,52; \quad t = -2,74;$$

для *Usnea hirta*

$$Y = 32,38 - 1,2 X; \quad r = -0,98; \quad F = 19,4; \quad t = -4,40;$$

для *Pseudoevernia furfuracea*

$$Y = 32,38 - 1,16 X; \quad r = -0,84; \quad F = 2,34; \quad t = -1,64,$$

где r – коэффициент корреляции;

F – критерий Фишера;

t – критерий Стьюдента.

При полиэлементной нагрузке за зимний период от 40 до 60 кг/га отмечаются пятна деградированного покрова напочвенных лишайников родов кладин и кладоний.

Использование эпифитных симбиотрофов для определения состояния насаждений сосны позволит повысить точность при проведении мониторинга состояния сосновых экосистем в зоне промышленного воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. - Л.: Гидрометеоздат, 1985.-184 с. [2]. Временная методика по учету сосновых насаждений, подверженных влиянию промышленных выбросов. - М.: ВНИИЛМ, 1986. - 36 с. [3]. Горшков В.В. Влияние атмосферного загрязнения окислами серы на эпифитный лишайниковый покров северотаежных сосновых лесов // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. - Л.: Наука, 1990. - С. 144-159. [4]. Доклад о состоянии окружающей природной среды в Нижегородской области в 1992 г. - Нижн. Новгород, 1993. - 194 с. [5]. Жидков А.Н. Эпифитные лишайники зоны широколиственных лесов в условиях промышленного загрязнения - М., 1994. - С. 1-24. - (Сер. Охрана и защита леса, механизация, лесные пользования: Обзор. информ./ ВНИИЦлесресурс; Вып. 9). [6]. Лихеноиндикация состояния окружающей среды. - Таллин, 1978. - 200 с. [7]. Международная совместная программа по оценке и мониторингу воздействий загрязнения воздуха на леса в

регионе ЕЭК. - Фрейбург, ЕЭК, 1986. - 35 с. [8]. Международная школа по лишеноиндикации. - Таллин, 1984. - 109 с. [9]. Обзор состояния загрязнения природной среды на территории Нижегородской области в 1993 г. - Нижн. Новгород, 1994. - 96 с. [10]. Barkman J. J. Phytosociology and Ecology of Cryptogamic Epiphytes. - Assen, Netherlands van Gorcum Co. N. V., 1958. - 628 p. [11]. Hawksworth D. L., Rose F. Lichen as pollution monitors. - London: Edward Arnold, 1976. - 66 p.

Поступила 11 мая 1995 г.

УДК 630*181.324

П.В.МИРОНОВ, С.Р.ЛОСКУТОВ

Красноярская государственная технологическая академия
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН



Миронов Петр Викторович родился в 1950 г., окончил в 1973 г. Красноярский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры химической технологии древесины Красноярской государственной технологической академии. Имеет 35 печатных работ в области биофизики водных систем, физиологии устойчивости древесных растений к низким температурам.



Лоскутов Сергей Реджинальдович родился в 1951 г., окончил в 1973 г. Красноярский государственный университет, кандидат химических наук, заведующий лабораторией химии растительных ресурсов Института леса им. Сукачева СО РАН, член Координационного совета по современным проблемам древесиноведения. Имеет около 45 научных публикаций по проблеме взаимодействия древесины с физически активными низкомолекулярными веществами.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ИНТРОДУЦИРУЕМЫХ В ДЕНДРАРИИ ИНСТИТУТА ЛЕСА СО РАН

РОЛЬ БЕЛКОВ - КРИОПРОТЕКТОРОВ В ПЕРЕОХЛАЖДЕНИИ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ ВОДЫ В ТКАНЯХ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ*

* Работа выполнена при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки. Грант 3F0172.

Показано, что водорастворимые белки цитоплазмы меристематических тканей лиственницы сибирской обладают выраженным криозащитным действием, проявляющимся в значительном переохлаждении воды и снижении активности центров гетерогенной нуклеации.

It is shown that water-soluble cytoplasm proteins of meristematic tissues of Siberian larch display a distinct cryoprotective action, manifesting itself in substantial supercooling and activity reduction heterogeneous nucleation centres.

При исследовании морозостойкости растений-интродуцентов важно знать, какие механизмы устойчивости к низким зимним температурам реализуются у заведомо устойчивых экологически пластичных видов древесных растений.

Одним из существенных элементов морозостойкости может быть глубокое переохлаждение внутриклеточной воды в зимующих жизненно важных органах и тканях древесных растений. Способность к переохлаждению при снижении температуры предотвращает кристаллизацию внутри клеток и обеспечивает движущую силу миграции воды по незамерзающим коммуникациям к зонам льдообразования, расположенным вне клеток или целых тканей и органов.

Ранее нами было установлено значительное переохлаждение внутриклеточной воды меристематических тканей почек и клеток камбиальной зоны лиственницы сибирской. При этом разность температур плавления и кристаллизации превышала 25 °С [1, 2]. Доказано, что переохлаждение обусловлено свойствами водорастворимых веществ клеток, главным образом белков цитоплазмы, которые накапливаются в период глубокого покоя растения. Их содержание достигает 22...24 % от сухой массы растворимых веществ клеток; растворимые вещества цитоплазмы составляют 50...55 % от сухой массы меристематических тканей.

Цель данной работы – установить механизм переохлаждения на основе анализа кинетики нуклеации льда в растворах белков, выделенных из почек лиственницы.

Кинетику кристаллизации воды изучали методом низкотемпературной дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) эмульсий. Эмульсионный метод основан на том, что при диспергировании воды (раствора), присутствующие в ней «посторонние» частицы, могущие служить центрами кристаллизации, изолируются в отдельных каплях, число которых обычно мало, поэтому основная масса воды (раствора) в эмульсии может переохладиться до температуры спонтанного образования ядер льда [5].

Эмульсионный метод применяли также для изучения кристаллизации воды в присутствии суспендированных в каплях эмульсии клеточных частиц (органеллы и их фрагменты), которые могут играть роль центров гетерогенного ядрообразования.

Для получения образцов водорастворимого белка и низкомолекулярных веществ цитоплазмы из почек листовенницы выделяли меристематические ткани, гомогенизировали с двадцатикратным объемом воды, гомогенат центрифугировали в течение 30 мин при 22 000 g. Водный экстракт концентрировали с помощью ротационного вакуумного испарителя до содержания белка около 20 мг/мл, пропускали через колонку с сефадексом G-50 и отбирали фракцию, содержащую белок в количестве до 90 % от массы сухих веществ, затем вновь концентрировали до необходимых значений. Доля белков в общей массе растворимых веществ цитоплазмы меристематических тканей составляла примерно 20 % (см. схему).



Для приготовления эмульсий использовали вазелиновое масло с добавкой Tween-80 (1 %) в качестве стабилизатора; соотношение масла и воды (раствора) по объему составляло 10:1. Эмульсии воды и водных растворов получали с помощью гомогенизатора. Размер капель определяли по их микрофотографиям. Скорость охлаждения образцов в калориметре составляла 15 °C/ч.

Скорость гомогенной нуклеации льда в воде и водных растворах определяли по пику тепловыделения, сопровождающему кристаллизацию переохлажденной воды [4]:

$$J = -(\nu \Delta t)^{-1} \ln(A_t + \Delta_t/A_t), \quad (1)$$

где J – скорость гомогенной нуклеации, $\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-3}$;
 ν – средний объем капель воды или раствора, м^3 ;
 A_t – площадь под кривой, соответствующая еще не замерзшей воде в момент времени t ;
 Δt – интервал времени, с (см. схему; здесь В - вода; VM - вазелиновое масло; T80 - Tween-80; PB - раствор белка; PG - раствор глицерина).

На рис. 1 приведены калориметрические кривые замерзания переохлажденной воды в каплях эмульсий воды и водных растворов, по которым определяли скорость гомогенной нуклеации J (см. уравнение (1)).

В работе [6] показано, что J зависит от температуры:

$$J = Q \exp(KT). \quad (2)$$

Здесь Q, K – константы кинетического уравнения:

τ – параметр переохлаждения,

$$\tau = [\Theta^3 \Delta\Theta^2]^{-1}; \quad \Theta = T/T_m; \quad \Delta\Theta = (T_m - T)/T_m$$

где T_m – температура плавления, К;

T – температура нуклеации в момент времени t , К.

Из сравнения уравнений (1) и (2) следует, что основные параметры, характеризующие процесс гомогенной нуклеации в водных системах (Q , K и работа образования устойчивого зародыша), могут быть рассчитаны по результатам их низкотемпературной сканирующей калориметрии.

На рис. 2 приведены кривые, отражающие зависимость температуры плавления T_m и гомогенной нуклеации T_h водных растворов от концентрации C , на рис. 3 показана связь логарифма скорости нуклеации J с параметром переохлаждения τ для воды и некоторых образцов. Эти зависимости использованы для расчета констант Q и K , а также работы образования устойчивых зародышей льда (в единицах kT , где k – постоянная Больцмана). Результаты расчета приведены в таблице.

Кинетические характеристики гомогенной нуклеации воды и водных растворов

Образец	Концентрация, %	$Q, \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$	K	$\Delta G/kT$
Вода	–	$3 \cdot 10^{40}$	–0,80	57
Растворимые вещества	6	$1 \cdot 10^{38}$	–0,80	53
	15	$7 \cdot 10^{35}$	–0,80	45
Водорастворимый белок	2	$5 \cdot 10^{38}$	–0,80	52
	5	$5 \cdot 10^{35}$	–0,80	47
Глицерин	15	$5 \cdot 10^{37}$	–0,80	52

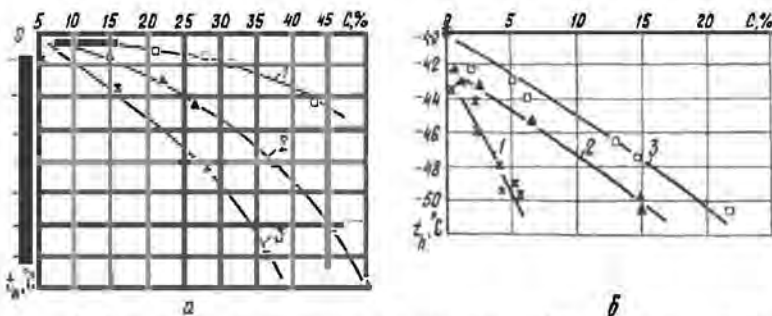


Рис. 2. Зависимость температуры плавления (а) и гомогенной нуклеации (б) водных растворов от концентрации: 1 – водорастворимый белок цитоплазмы; 2 – растворимые вещества цитоплазмы; 3 – низкомолекулярные растворимые вещества цитоплазмы

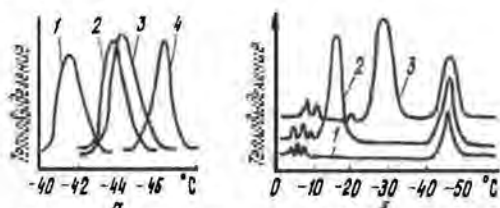


Рис. 1. Термограммы переохлажденных капель в эмульсии: а – гомогенная нуклеация: 1 – вода; 2 – 2 %-й раствор белка; 3 – 15 %-й раствор глицерина в воде; 4 – 5 %-й раствор белка; б – гетерогенная нуклеация: 1 – вода; 2 – суспензия клеточных фрагментов в чистой воде; 3 – суспензия клеточных фрагментов в 2 %-м растворе белка

Как видно, замерзание капель воды и растворов указанных концентраций характеризуется практически одинаковыми интервалами скоростей зародышеобразования. Это обусловлено противоположным действием двух факторов – снижением значений предэкспоненциального множителя и показателей экспоненты.

Из рис. 2 следует, что растворимые вещества, особенно водорастворимые белки, оказывают существенное влияние на переохлаждение растворов. Это влияние выражается в значительном понижении температуры нуклеации, уменьшении предэкспоненциального множителя и работы образования устойчивого зародыша льда.

Из теории гомогенной нуклеации известно, что предэкспоненциальный множитель, равный частоте переходов зародышей льда через критический размер,

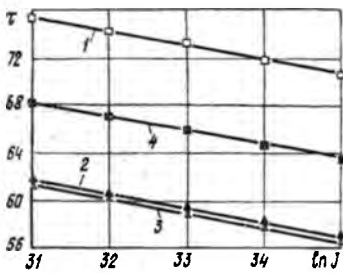


Рис. 3. Связь между логарифмом скорости гомогенной нуклеации и параметром переохлаждения: 1 – вода; 2 – водный раствор белка, концентрация 5 %; 3 – растворимые вещества цитоплазмы, концентрация 15 %; 4 – Раствор глицерина в воде, концентрация 15 %

включает в качестве сомножителя член, зависящий от энергии активации вязкого течения или самодиффузии в расплаве [3]. Таким образом, уменьшение предэкспоненциального множителя можно интерпретировать как увеличение энергии активации диффузии молекул воды, а снижение работы образования зародышей ΔG – как повышение вероятности образования новых центров кристаллизации при пониженной температуре. Это соответствует, с одной стороны, образованию в переохлажденном растворе множественных центров кристаллизации (устойчивых ядер льда), а с другой – снижению скорости роста кристаллов. Следует отметить также, что рост микрокристаллов льда ограничен областью гидратированного матрикса, который при данной температуре переходит в стеклообразное состояние.

Образование диспергированного микрокристаллического льда в клетках происходит в интервале температуры $-(35...60)^\circ\text{C}$, а плавление $-(40...20)^\circ\text{C}$.

В таблице приведены для сравнения кинетические характеристики низкотемпературной кристаллизации в 15 %-м растворе глицерина, обладающего, как известно, криозащитным действием. Водорастворимый белок, выделенный из меристематических тканей зимующих почек лиственницы, обладает близкими свойствами, но при существенно меньших концентрациях раствора. Он оказывает также выраженное влияние на кристаллизацию переохлажденной воды по гетерогенному механизму. Об этом свидетельствуют результаты калориметрии эмульсий, содержащих диспергированные клеточные частицы (фрагменты клеточных стенок и органелл, органеллы). Как видно из рис. 1, гетерогенная кристаллизация в растворе белка в при-

сутствии клеточных частиц происходит при более низкой температуре, чем в чистой воде.

Таким образом, водорастворимые белки цитоплазмы клеток мериستمатических тканей почек лиственницы обладают выраженным криозащитным действием. Оно проявляется в том, что белки способствуют переохлаждению воды, снижая активность центров гетерогенной нуклеации, а при низких температурах способствуют формированию изолированных в стеклообразном матриксе микрокристаллов льда, что снижает вероятность повреждений в случае внутриклеточной кристаллизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Миронов П.В., Левин Э.Д. Переохлаждение и обезвоживание хвойных зачатков в зимующих почках лиственницы сибирской//Физиология растений.- 1985.- Т. 32, вып. 5. - С. 695-701. [2]. Миронов П.В., Лоскутов С.Р., Левин Э.Д. Образование и плавление льда в зимующих почках лиственницы сибирской//Тез. докл. Международн. симпозиума «Экологическая физиология хвойных».- Абакан, 1991.- С. 18. [3]. Michelmore R.W., Franks F. Nucleation rates of ice in undercooled water and aqueous solution of polyethylene glycol//Cryobiology.- 1982.- Vol. 19, N 2.- P. 163-171. [4]. Rasmussen D.H., Loper C.K. DSC: Rapid method for isothermal nucleation rate measurement//Acta Metallurg. - 1976.- Vol. 24.- P. 117-123. [5]. Rasmussen D.H., MacKenzie A.P. Clustering in supercooled water//J. Chem. Phys. - 1973.- Vol. 59, N 9.- P. 5003-5013. [6]. Wood G., Walton A.G. Homogeneous nucleation kinetics of ice from water//J. Appl. Phys.- 1970.- Vol. 41, N 7.- P. 3027-3036.

Поступила 18 января 1995 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630*378.33

М.М. ОВЧИННИКОВ, В.И. МИХАСЕНКО

С.-Петербургская лесотехническая академия



Овчинников Михаил Михайлович родился в 1930 г., окончил в 1954 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водного транспорта леса и гидравлики С.-Петербургской лесотехнической академии, академик РАЕН. Имеет более 80 печатных работ в области совершенствования технологии водного транспорта леса, разработки перспективных экологически безопасных технологических схем водного транспорта леса на базе лесотранспортных и гидротехнических модулей, гидродинамики плотового лесосплава, расчета лесосплавных гидротехнических сооружений.



Михасенко Вячеслав Иванович окончил в 1963 г. Московский инженерно-физический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры водного транспорта леса и гидравлики С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет около 20 печатных работ по вопросам использования математических методов в решении задач неустановившегося движения пучковых сортиментных и хлыстовых плотов.

**СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА
ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПУЧКОВЫХ ПЛОТОВ***

Проанализированы различные методики расчета основных параметров остановки пучковых плотов, основанные на интегрировании уравнения их движения с учетом присоединенной массы. Приведен пример расчета пути и времени остановки типового сортиментного плота. Показано, что наиболее надежные результаты дает методика СПб ЛТА.

* В порядке обсуждения.

Various methods of calculating the main parameters of bundle rafts have been analysed, based on integrating the equation of their motion with regard to associated mass. The example is given on calculating the way length and stopping time for the standard cut-to-length raft. The method elaborated at St.-Petersburg Forest Technical Academy is shown to produce the most reliable results.

Остановка плотов – наиболее сложная заключительная операция их буксировки. Данные об инерционных характеристиках плотов позволяют более обоснованно выбрать устройство для их торможения, а также разработать диспетчерские графики плотового лесосплава.

В настоящей работе проведен сравнительный анализ методов расчета пути и длительности остановки пучковых плотов, предложенных В.А. Щербаковым [6], А.А. Митрофановым [1], К.А. Чекалкиным и Л.В. Мельниковым [5], М.М. Овчинниковым [2–4]. Все анализируемые методы базируются на использовании дифференциального уравнения движения плота, устанавливающего зависимость изменения его скорости от массы и сил, действующих на плот на этапах разгона и торможения. Это уравнение имеет вид

$$M_d \frac{dv}{dt} = \mp rv^2 - P_T + im_{др}g \pm P_B, \quad (1)$$

где M_d – действующая масса плота, складывающаяся из массы лесоматериалов, находящихся в плоте $m_{др}$, кг, и присоединенной массы $m_{пр}$, характеризующей инерцию жидкости, вовлекаемой плотом в совместное движение при его неравномерном движении;

v – скорость движения плота относительно воды, м/с, $v = v_{техн} - v_{теч}$ ($v_{техн}$ – скорость плота относительно берега, $v_{теч}$ – скорость течения);

rv^2 – гидродинамическая сила, действующая на плот на этапах торможения, когда скорость движения плота относительно воды v уменьшается от начального значения v_0 до нуля, и разгона, когда скорость плота v увеличивается от нуля до скорости течения $v_{теч}$, Н; в первом случае в уравнении (1) берется знак минус, во втором – плюс; r – приведенное сопротивление плота:

$$r = C_R \frac{\rho}{2} BT, \quad (2)$$

C_R – коэффициент гидродинамического сопротивления плота;

ρ – плотность воды, кг/м³;

B, T – соответственно ширина и средняя осадка плота, м;

P_T – постоянная тормозная сила, приложенная к плоту со стороны буксира или тормозных средств, Н;

$im_{др}g$ – составляющая силы тяжести плота на направление его движения, Н (i – уклон свободной поверхности);

P_B – сила воздействия ветра на плот, Н.

Достоверность методики расчета инерционных характеристик плотов определяется обоснованным учетом присоединенной массы плота $m_{пр}$. Различие в анализируемых методиках расчета состоит в разном способе ее оценки и определении гидродинамического сопротивления плота.

Наиболее просто вопрос о присоединенной массе плота решается в работе В.А. Щербакова [6], который считает, что $m_{пр}$ постоянна как на этапе разгона, так и торможения. Выражая присоединенную массу плота $m_{пр}$ в долях от массы лесоматериалов в нем $m_{др}$, В.А. Щербаков рекомендует экспериментальную зависимость

$$M_d = m_{др} + m_{пр} = (1,5 \dots 1,7) m_{др}. \quad (3)$$

Полагая, что присоединенная масса незначительна в действующей массе плота, В.А. Щербаков предлагает формулу

$$M_d = 0,84 \rho LBT, \quad (4)$$

где L – длина плота, м.

Учитывая, что плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, формулу (4) записываем в виде

$$M_d = 840LBT. \quad (5)$$

Для сортиментного плота с габаритами $460 \times 54 \times 1,68$ м, объемом $V_{др} = 25,6$ тыс.м³ и коэффициентом полнодревесности $K = 0,614$ получены частные результаты:

$$m_{пр} = 0,562 m_{др}; \quad M_d = 1,562 m_{др}.$$

Согласно [5] масса лесоматериалов в плоте

$$m_{др} = 1,12 \rho_{др} V_{др} = 1,12 \rho_{др} kLBT. \quad (6)$$

В работах [1–3, 5] обоснованно указывается, что присоединенная масса плота не может быть одинаковой на этапах разгона и торможения из-за различного характера обтекания плота частицами воды на этих этапах.

Согласно методике расчета, изложенной в работах [1, 5], присоединенная масса плота зависит не только от его геометрических размеров, но и от скорости движения относительно воды. На основании поставленных экспериментов были получены следующие соотношения для сортиментных плотов:

$$M_d = m_{др} (1 + n). \quad (7)$$

Коэффициент n принимают:

на этапе торможения

$$n = \tilde{n} = -0,137 + 0,413C + 27,164 e^{-4,605C}; \quad (8)$$

на этапе разгона

$$n = n_1 + n_2 \frac{v}{v_{теч}}, \quad (9)$$

где $n_1 = 0,469C - 0,369$;

$n_2 = 0,564C + 0,648$;

$$C = \frac{B}{\sqrt[3]{\frac{\rho_{\text{др}}}{\rho} LBT}} \quad (10)$$

Из этих зависимостей следует, что действующая и присоединенная массы плота на этапе торможения – величины постоянные.

Более поздние исследования, проведенные в Ленинградской лесотехнической академии [2–4], показали, что на значение присоединенной массы плота влияют его структурные параметры (качество сплотки пучков, характеризуемое коэффициентом полндревесности, неравномерности их осадок, зазоры между пучками, формы выступов и т. д.), сила, приложенная к плоту в процессе его остановки, и скорость течения. Эти исследования подтвердили положение о постоянстве присоединенной массы на этапе торможения плота. На этапе разгона она зависит от безразмерных сил $\bar{P}_p = P/rv_{\text{теч}}^2$, где P – сила, приложенная к плоту в процессе его остановки с учетом воздействия силы ветра P_v и составляющей силы тяжести плота на направление его движения $im_{\text{др}}g$.

По методике ЛТА в расчетные формулы для определения пути, времени разгона и торможения плота входят величины ω_t , ω_p , Ω_t и Ω_p , характеризующие присоединенную массу плота на этапах торможения и разгона (см. формулы (17), (20), (23), (26)).

Было установлено, что на этапе торможения величины ω_t , Ω_t постоянны и зависят только от структурных параметров плота. Для плотов, принадлежащих одному классу и формируемых по стандартной технологии (хлыстовые и сортиментные плоты), величины ω_t и Ω_t одинаковы. В частности, при диапазоне изменения плотности лесоматериалов $\rho_{\text{др}} = 800 \dots 850$ кг/м³ было получено: для хлыстовых плотов с коэффициентом полндревесности $k = 0,365 \dots 0,387$ $\omega_t = 0,24$ и $\Omega_t = 0,31$; для сортиментных плотов с $k = 0,448 \dots 0,475$ $\omega_t = 0,17$ и $\Omega_t = 0,24$.

На этапе разгона ω_p и Ω_p зависят не только от структуры плота, но и от силы, приложенной к плоту, а также от скорости течения. Эти зависимости были установлены на основании модельных и натурных испытаний сортиментных и хлыстовых плотов и представлены в работах [2, 3] в виде графиков $\omega_p = f(P/rv_{\text{теч}}^2)$ и $\Omega_p = F(P/rv_{\text{теч}}^2)$ отдельно для каждого класса плотов. В дальнейшем эти зависимости были аппроксимированы формулами [4]:

для сортиментных плотов

$$\omega_p = 0,240 + 3,791e^{1,615 \ln(\bar{P}_p - 1) - 3,875(\bar{P}_p - 1)}, \quad (11)$$

$$\Omega_p = 0,240 + 0,741e^{0,602 \ln(\bar{P}_p - 1) - 1,096(\bar{P}_p - 1)}, \quad (12)$$

для хлыстовых плотов

$$\omega_p = 0,310 + 3,791e^{1,615 \ln(\bar{P}_p - 1) - 3,875(\bar{P}_p - 1)}, \quad (13)$$

$$\Omega_p = 0,310 + 0,741e^{0,602 \ln(\bar{P}_p - 1) - 1,096(\bar{P}_p - 1)}. \quad (14)$$

Авторам статьи не представилось возможным непосредственно использовать формулы для определения пути и времени движения плота на этапах разгона и торможения, которые приведены в работах [1, 5, 6], из-за

различного подхода к выводу и обоснованию этих расчетных зависимостей. Поэтому для анализа предложенных методик расчета основных параметров плота в процессе его остановки необходимые расчетные соотношения нами были получены непосредственным интегрированием уравнения плота (1) при одновременном использовании рекомендаций других авторов по оценке присоединенной массы плота. Эти соотношения представлены ниже в унифицированной форме, удобной для сравнительного расчета и анализа. После введения единых обозначений расчетные формулы приобретают вид:

1) на этапе торможения для времени t_τ и пути l_τ торможения плота относительно воды:

$$t_\tau = \frac{M_d}{\sqrt{rP}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{r}{P}} v_0; \quad (15)$$

$$t_\tau = \frac{m_{dp}(1+\bar{n})}{\sqrt{rP}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{r}{P}} v_0; \quad (16)$$

$$t_\tau = \frac{m_{dp} + \omega_\tau \rho LBT}{\sqrt{rP}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{r}{P}} v_0; \quad (17)$$

$$l_\tau = \frac{M_d}{2r} \ln\left(1 + \frac{rv_0^2}{P}\right); \quad (18)$$

$$l_\tau = \frac{m_{dp}(1+\bar{n})}{2r} \ln\left(1 + \frac{rv_0^2}{P}\right); \quad (19)$$

$$l_\tau = \frac{m_{dp} + \Omega_\tau \rho LBT}{2r} \ln\left(1 + \frac{rv_0^2}{P}\right); \quad (20)$$

2) на этапе разгона для времени t_p и пути l_p разгона плота относительно воды

$$t_p = \frac{M_d}{2\sqrt{rP}} \ln \frac{(\sqrt{P} + \sqrt{r} v_{\text{теч}})}{(\sqrt{P} - \sqrt{r} v_{\text{теч}})}; \quad (21)$$

$$t_p = \frac{m_{dp}(1+n_1)}{2\sqrt{rP}} \ln \frac{(\sqrt{P} + \sqrt{r} v_{\text{теч}})}{(\sqrt{P} - \sqrt{r} v_{\text{теч}})} - \frac{m_{dp}n_2}{2v_{\text{теч}}r} \ln\left(1 - \frac{rv_{\text{теч}}^2}{P}\right); \quad (22)$$

$$t_p = \frac{m_{dp} + \omega_p \rho LBT}{2\sqrt{rP}} \ln \frac{(\sqrt{P} + \sqrt{r} v_{\text{теч}})}{(\sqrt{P} - \sqrt{r} v_{\text{теч}})}; \quad (23)$$

$$l_p = \frac{M_d}{2r} \ln\left(1 - \frac{rv_{\text{теч}}^2}{P}\right); \quad (24)$$

$$l_p = \frac{m_{dp}(1+n_1)}{2r} \ln\left(1 - \frac{rv_{\text{теч}}^2}{P}\right) + \frac{m_{dp}n_2}{r} - \frac{m_{dp}n_2}{2v_{\text{теч}}r} \sqrt{\frac{P}{r}} \ln \frac{(\sqrt{P} + \sqrt{r} v_{\text{теч}})}{(\sqrt{P} - \sqrt{r} v_{\text{теч}})}; \quad (25)$$

$$l_p = \frac{m_{dp} + \Omega_p \rho LBT}{2r} \ln\left(1 - \frac{rv_{\text{теч}}^2}{P}\right). \quad (26)$$

Формулы (15), (18), (21) и (24) получены по результатам исследований В.А. Щербакова (ЦНИИЛесосплава), зависимости (16), (19), (22) и (25) – по данным К. А. Чекалкина, А. А. Митрофанова и Л. В. Мельникова (АЛТИ), формулы (17), (20), (23), (26) – по методике расчета М. М. Овчинникова (ЛТА).

Для унификации этих формул факторы, отличающие одну методику расчета от другой, представлены в виде дополнительных слагаемых и множителей в одинаковых по смыслу выражениях.

Расчеты, выполненные по зависимостям АЛТИ (22), (25), дали заметно завышенные результаты по сравнению с расчетами по формулам (23), (26). Выражения для времени t_p и пути разгона l'_p плота относительно берега (в форме, аналогичной представленной в методике АЛТИ [5]) имеют вид

$$t_p = \frac{m_{др}}{2rv_{теч}} \left(n_2 \ln \frac{\bar{P}_p}{\bar{P}_p - 1} + \frac{1+n_1}{\sqrt{\bar{P}_p}} \ln \frac{\sqrt{\bar{P}_p} + 1}{\sqrt{\bar{P}_p - 1}} \right); \quad (27)$$

$$l'_p = \frac{m_{др}}{2r\sqrt{\bar{P}_p}} \left\{ 2n_2\sqrt{\bar{P}_p} - [(1+n_1)\sqrt{\bar{P}_p} - n_2\sqrt{\bar{P}_p}] \ln \frac{\bar{P}_p}{\bar{P}_p - 1} + (1+n_1 - n_2\sqrt{\bar{P}_p}) \ln \frac{\sqrt{\bar{P}_p} + 1}{\sqrt{\bar{P}_p - 1}} \right\}. \quad (28)$$

В то же время авторы работы [5] представляют без объяснений и вывода аналогичные формулы, дающие более точные результаты по сравнению с экспериментом:

$$t_p = \frac{m_{др}}{2rv_{теч}\sqrt{\bar{P}_p}} \left(n_2 \ln \frac{\bar{P}_p}{\bar{P}_p - 1} + (1+n_1) \ln \frac{\sqrt{\bar{P}_p} + 1}{\sqrt{\bar{P}_p - 1}} \right); \quad (29)$$

$$l'_p = \frac{m_{др}}{2r\sqrt{\bar{P}_p}} \left\{ 2n_2 - [(1+n_1)\sqrt{\bar{P}_p} - n_2] \ln \frac{\bar{P}_p}{\bar{P}_p - 1} + (1+n_1 - n_2\sqrt{\bar{P}_p}) \ln \frac{\sqrt{\bar{P}_p} + 1}{\sqrt{\bar{P}_p - 1}} \right\}. \quad (30)$$

Исследование зависимостей (29), (30) на основе унифицированных результатов интегрирования дифференциального уравнения движения плота (1) показало, что эти формулы справедливы лишь при условии, что коэффициент n , характеризующий присоединенную массу плота в методике АЛТИ, определяется по формуле

$$n = n_1 + \frac{n_2}{\sqrt{\bar{P}_p}} \frac{v}{v_{теч}} = n_1 + n_2 \sqrt{\frac{r}{P}} v, \quad (31)$$

а не по зависимости (9), как утверждают авторы [5].

Следовательно, на этапе разгона присоединенная масса плота в методике АЛТИ также зависит от безразмерной силы $\bar{P}_p = P/\rho v_{теч}^2$. Качественно зависимость (31) имеет такой же характер, как и в методике ЛТА при $\bar{P}_p \geq 1,4 \dots 1,5$.

Тогда с учетом формулы (31) выражения (22) и (25) приобретают следующий вид:

$$t_p = \frac{m_{др}(1+n_1)}{2\sqrt{rP}} \ln \left(\frac{\sqrt{P} + \sqrt{r} v_{теч}}{\sqrt{P} - \sqrt{r} v_{теч}} \right) - \frac{m_{др}n_2}{2\sqrt{rP}} \ln \left(1 - \frac{rv_{теч}^2}{P} \right); \quad (32)$$

$$l_p = \frac{m_{др}(1+n_1)}{2r} \ln \left(1 - \frac{rv_{теч}^2}{P} \right) + \frac{m_{др}n_2 v_{теч}}{\sqrt{rP}} - \frac{m_{др}n_2}{2r} \ln \left(\frac{\sqrt{P} + \sqrt{r} v_{теч}}{\sqrt{P} - \sqrt{r} v_{теч}} \right). \quad (33)$$

В дальнейшем при сопоставительных расчетах мы использовали уточненные формулы (32), (33) вместо (22), (25).

По приведенным формулам рассчитаны остановки сортиментного плота при буксировке в Волжско-Камском бассейне по глубокой спокойной воде на длинном буксирном канате. Тормозная сила постоянна (222,264 кН), скорость буксировки относительно воды 0,5 м/с, скорость течения 1,0 м/с. Расчеты выполнены для плота объемом 22 356 м³ с габаритами $B = 54$ м, $L = 460$ м, $T = 2,0$ м, коэффициентом полнодревесности 0,45 и плотностью лесоматериалов 850 кг/м³. Получены следующие результаты:

Автор методики	$t_{ост}, c$	$l_{ост}, M$
В.А. Щербаков	405,7	225,2
ЛТА	348,0	164,5
АЛТИ	385,4	179,5

Из этих данных следует, что формулы В.А. Щербакова, К.А. Чекалкина и других авторов дают завышенные результаты по сравнению с методикой ЛТА для времени на 10...16, для пути на 9...35 %. Это объясняется различными подходами к оценке присоединенной массы плота в процессе его разгона и торможения, а также точностью проведения экспериментов отдельными исследователями. Но поскольку методика ЛТА базируется на результатах широко поставленных натуральных испытаний плотов, то ей следует отдать предпочтение.

Результаты систематических расчетов остановки пучковых плотов для разных лесосплавных бассейнов России и анализ полученных данных будут представлены в дальнейшем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Митрофанов А.А. Некоторые уточнения к расчету инерционных свойств плотов // Лесн. журн. - 1973. - № 5. - С. 47-51. - (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Овчинников М.М. Решение задачи по остановке плотов постоянной силой // Механизация рейдовых и лесоскладских работ: Сб. тр. / ЦНИИЛесосплава. - М., 1984. - С. 79-88. [3]. Овчинников М.М. Транспортные характеристики пучковых плотов: Учеб. пособие. - Л.: ЛТА, 1985. - 80 с. [4]. Овчинников М.М., Пятакин В.И., Михасенко В.И. Инерционные характеристики пучковых плотов // Лесозэксплуатация: Межвуз. сб. - Красноярск, 1995. - С. 131-139. [5]. Чекалкин К.А., Мельников Л.В. Гидродинамические основы проектирования агрегатов для остановки плотов: Учеб. пособие. - Л.: ЛТА, 1987. - 64 с. [6]. Щербаков В.А. Лесосплавные рейды. - М.: Лесн. пром-сть, 1979. - 248 с.

УДК 629.114.4.001.2

С. И. МОРОЗОВ

Архангельский государственный технический университет

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



О МЕТОДИКЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА СОУДАРЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Приведена математическая модель для исследования процесса соударения автомобилей. Рассмотрена задача на боковой удар, приведены ее результаты, дан анализ решения.

The mathematical model is presented for investigating the automobile collision process. The problem on side collision has been considered, its results and analysis of its solution have been presented.

Решение задач на соударение автомобилей необходимо, прежде всего, при анализе дорожно-транспортных происшествий, методика расчета которых приведена в ряде работ, например [1, 2]. В этих работах для получения расчетных зависимостей автомобиль принят за материальную точку, что далеко от реальности.

В работах [3, 5] автомобиль рассматривают уже как материальное тело. Эта модель существенно ближе к реальной задаче, однако полученные с ее помощью расчетные зависимости весьма грубо моделируют реальный процесс соударения тел (полагают, например, что оба автомобиля имеют в точке соударения абсолютно гладкую поверхность).

Физическим условиям процесса соударения двух тел больше соответствует схема (рис. 1), приведенная в работе [5]. Она использована нами ниже при изучении различных случаев соударения автомобилей.

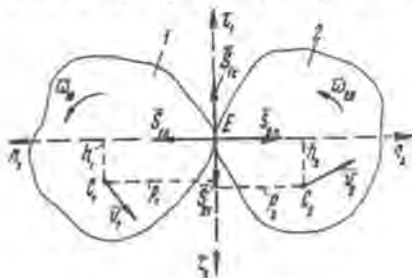


Рис. 1. Расчетная схема для плоского удара двух тел: 1 – ударяющее тело; 2 – ударяемое тело

Под математической моделью какого-либо процесса понимают систему расчетных уравнений и программу ее решения на ЭВМ. Расчетные зависимости применительно к схеме на рис. 1 имеют вид:

а) для определения импульсов ударных сил:

при ударе с проскальзыванием тел в точке соударения E

$$S_n = -\frac{A_1(1+\varepsilon)}{G + H f_d}; \quad (1)$$

$$S_\tau = S_n f_d; \quad (2)$$

при ударе без проскальзывания в точке соударения E

$$S_n = \frac{HA_2 - G_1 A_1(1+\varepsilon)}{B}; \quad (3)$$

$$S_\tau = \frac{HA_1(1+\varepsilon) - GA_2}{B}. \quad (4)$$

где S_n, S_τ – импульсы ударных сил, приложенные в точке соударения и направленные по нормали и касательной к поверхности тел;
 G, G_1, H, B – инерциальные коэффициенты:

$$G = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{h_1^2}{I_1} + \frac{h_2^2}{I_2};$$

$$G_1 = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{p_1^2}{I_1} + \frac{p_2^2}{I_2};$$

$$H = \frac{\bar{p}_1 \bar{h}_1}{I_1} + \frac{\bar{p}_2 \bar{h}_2}{I_2};$$

$$B = G G_1 - H^2;$$

A_1, A_2 – скоростные коэффициенты:

$$A_1 = \bar{v}_1 \bar{n}_1 + \bar{v}_2 \bar{n}_2 + \bar{h}_1 \bar{\omega}_{10} + \bar{h}_2 \bar{\omega}_{20};$$

$$A_2 = \bar{v}_1 \bar{\tau}_1 + \bar{v}_2 \bar{\tau}_2 + \bar{p}_1 \bar{\omega}_{10} + \bar{p}_2 \bar{\omega}_{20};$$

ε – коэффициент восстановления тел в точке E при ударе. Его значение определяют экспериментально. Для упругого удара полагают $\varepsilon = 1$, для неупругого удара $\varepsilon = 0$. При соударении сплошных стальных тел $\varepsilon = 0,5 \dots 0,7$ в зависимости от скорости соударения;

f_d – мгновенный динамический коэффициент трения скольжения при ударе. Значения f_d также находят экспериментально. Задача по определению f_d выходит за рамки настоящей статьи и будет рассмотрена отдельно;

m_1, m_2 – массы соударяющихся тел;

I_1, I_2 – их моменты инерции относительно осей, проходящих через центры масс тел (точки C_1 и C_2) и направленных нормально к плоскостям тел;

h_1, p_1, h_2, p_2 – координаты центров масс автомобилей в системе координат τ и n , как показано ниже на рассматриваемых расчетных схемах;

$\bar{\tau}, \bar{n}$ – орты осей координат;

v_1, v_2 – скорости центров масс тел до удара;

ω_{10}, ω_{20} – угловые скорости тел до удара;

б) для определения линейных и угловых скоростей тел после удара:

$$\bar{u}_1 \bar{\tau}_1 = \bar{v}_1 \bar{\tau}_1 + \frac{S_\tau}{m_1}; \quad (5)$$

$$\bar{u}_1 \bar{n}_1 = \bar{v}_1 \bar{n}_1 + \frac{S_n}{m_1}; \quad (6)$$

$$\bar{u}_2 \bar{\tau}_2 = \bar{v}_2 \bar{\tau}_2 + \frac{S_\tau}{m_2}; \quad (7)$$

$$\bar{u}_2 \bar{n}_2 = \bar{v}_2 \bar{n}_2 + \frac{S_n}{m_2}; \quad (8)$$

$$\omega_1 = \omega_{10} + \frac{S_\tau \bar{p}_1}{I_1} + \frac{S_n \bar{h}_1}{I_1}; \quad (9)$$

$$\omega_2 = \omega_{20} + \frac{S_\tau \bar{p}_2}{I_2} + \frac{S_n \bar{h}_2}{I_2}. \quad (10)$$

В формулах (5) – (10) обозначено:

$u_1 \tau_1, u_2 \tau_2$ – проекции скоростей центров масс тел (точки C_1 и C_2) после удара по оси координат τ_1 и τ_2 ;

$u_1 n_1, u_2 n_2$ – проекции скоростей точек C_1 и C_2 после удара на оси n_1 и n_2 ;

$\bar{v}_1 \bar{n}_1, \bar{v}_1 \bar{\tau}_1, \bar{v}_2 \bar{\tau}_2, \bar{v}_2 \bar{n}_2$ – проекции скоростей точек C_1 и C_2 до удара.

В приведенных обозначениях индекс 1 соответствует ударяющему телу, индекс 2 – ударяемому.

Для облегчения вычисления по формулам (1) – (10) нами составлена программа для решения задач удара на ЭВМ. Блок-схема такой программы приведена на рис. 2.

В статье подробно рассмотрен только один случай соударения – боковой попутный удар автомобилей.

Принятая нами расчетная схема показана на рис. 3. Каждый автомобиль изображен здесь в виде прямоугольника со сторонами L и B . Предполагаем, что габаритные размеры этих автомобилей одинаковы и отличаются только

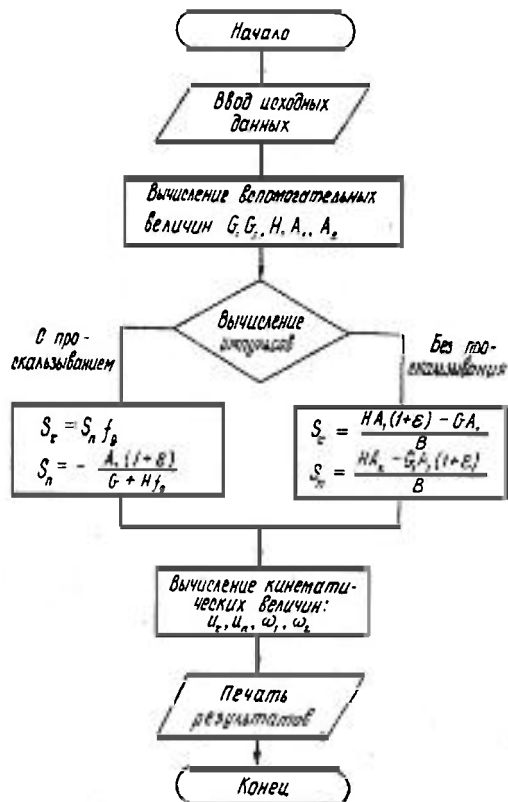


Рис. 2. Блок-схема решения задачи удара на ЭВМ

массами (ударяющий автомобиль – порожний, ударяемый – груженный).

Зададим следующие значения расчетных величин: $m_1 = 1045$ кг
 $m_2 = 1445$ кг; $I_1 = 1527$ кг·м²; $I_2 = 2197$ кг·м²; $\varepsilon = 0,5$; $v_1 = 5, 10, 20$ м/с; $\omega_{10} = 0$
 $\omega_{20} = 0$; $\alpha = 15 \dots 90^\circ$. Для всех расчетных случаев $v_2 = 10$ м/с.

Значения h_1 и p_1 вычислим по формулам

$$h_1 = l_1 \cos \alpha - B_1 \sin \alpha;$$

$$p_1 = l_1 \sin \alpha + B_1 \cos \alpha,$$

где l_1 – расстояние от точки C_1 до переднего бампера автомобиля, $l_1 = 1,728$ м;
 B_1 – половина ширины автомобиля, $B_1 = B/2 = 0,82$ м.

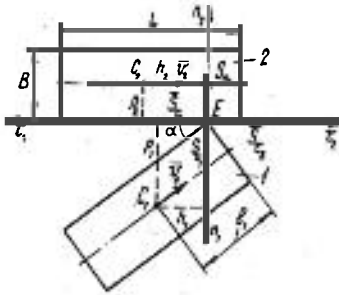


Рис. 3. Расчетная схема бокового удара автомобилей

Значения $h_2 = 1,9165$ м и $p_2 = 0,82$ м в данном случае соударения постоянны.

При вычислении инерциального коэффициента H необходимо правильно определить знаки произведений $\bar{p}_1 \bar{h}_1$ и $\bar{p}_2 \bar{h}_2$. Если вектора \bar{h}_1 и \bar{p}_1 или \bar{h}_2 и \bar{p}_2 направлены в одну сторону, то их произведения положительны, в противоположные – отрицательны. Результаты расчетов некоторых величин при $v_1 = 5$ м/с в зависимости от угла α приведены в табл.1.

Во второй графе табл.1 записаны значения H , которые вычисляли по формуле

$$H = \frac{\bar{p}_1 \bar{h}_1}{I_1} + \frac{\bar{p}_2 \bar{h}_2}{I_2}. \quad (a)$$

Коэффициент H является знакопеременным и зависит от знаков слагаемых (в данном случае выражение $\frac{\bar{p}_1 \bar{h}_1}{I_1}$ – отрицательно, $\frac{\bar{p}_2 \bar{h}_2}{I_2}$ – положительно).

Таблица 1

α , град	$H, 10^4 \cdot \text{кг}^{-1}$	$G, 10^3 \cdot \text{кг}^{-1}$	$A_1, \text{м/с}$	$S_n, \text{Н}\cdot\text{с}$	$S_n, \text{Н}\cdot\text{с}$	f_n	$S_n^*, \text{Н}\cdot\text{с}$
1	2	3	4	5	6	7	8
15	-8,4032	3,4213	-1,2941	148,8	-1704,0	11,45	567,4
30	-7,7796	2,8044	-2,5000	955,2	-1377,0	1,44	1337,2
45	-4,1549	2,3013	-3,5355	2056,3	-1374,7	0,67	2304,2
60	1,4997	2,0468	-4,3301	3308,5	-1844,4	0,56	3173,2
75	7,6691	2,1092	-4,8296	4467,1	-2839,2	0,64	3434,7
90	12,4300	2,4397	-5,0000	5188,1	-4150,1	0,80	3074,1

Найдем значение граничного угла $\alpha = \alpha_r$, при котором $H = 0$, т. е. решим уравнение

$$-\frac{\bar{p}_1 \bar{h}_1}{I_1} + \frac{\bar{p}_2 \bar{h}_2}{I_2} = 0 \quad (6)$$

для следующих исходных данных: $l_1 = 1,9165$ м, $B/2 = 0,82$ м, $I_1 = 1527$ кг·м², $I_2 = 2197$ кг·м², $h_1 = l_1 \cos \alpha - B/2 \sin \alpha$, $p_1 = l_1 \sin \alpha + B/2 \cos \alpha$, $h_2 = 0,9165$ м, $p_2 = 0,82$ м.

Варьируя угол α , находим $\alpha_r = 56,318^\circ$. В общем случае при $\alpha \leq \alpha_r$ имеем $H < 0$, при $\alpha > \alpha_r$ $H > 0$. Это условие соответствует данным второй графы.

Третья и четвертая графы табл. 1 содержат значение инерциального коэффициента G и скоростного коэффициента A_1 . Они необходимы для вычисления по формуле (1) импульсов S_n и S_r при ударе с проскальзыванием.

В пятой и шестой графах даны значения импульсов S_n и S_r при ударе без проскальзывания в точке E , которые вычисляли по формулам (3) и (4).

В седьмой графе приведены значения коэффициента f_n – предельного коэффициента трения при ударе без скольжения. Его находили по формуле

$$f_n = \frac{|S_r|}{S_n}$$

Если фактический мгновенный динамический коэффициент трения $f_d < f_n$, то соударение автомобилей будет происходить с проскальзыванием, если $f_d > f_n$ – без проскальзывания.

Значение f_n может быть и больше, и меньше единицы. Здесь речь идет о мгновенном динамическом коэффициенте трения, в отличие от обычного (неударного) коэффициента трения скольжения, который всегда меньше единицы.

В последней графе табл. 1 приведены значения нормального импульса S_n^* при соударении гладких тел. Они вычислены по формуле (1) при $f_d = 0$.

Сравнивая S_n и S_n^* , отмечаем, что при достаточно малых значениях угла $\alpha < \alpha_r$ имеем $S_n > S_n^*$, при больших углах ($\alpha > \alpha_r$) $S_n < S_n^*$. Границами между S_n и S_n^* является случай $\alpha = \alpha_r = 56,318^\circ$.

Значение S_n^* в диапазоне $0 \leq f_d \leq f_n$ находят по уравнению (1). Результаты таких вычислений приведены в табл. 2.

Таблица 2

α , град	Значение S_n , Н·с, при различных значениях f_d					
	0	0,2	0,4	0,6		f_n
15	567,4	540,8	516,6	-		148,8
30	1337,2	1220,9	1203,6	1146,4		955,2
45	2304,5	2224,2	2149,3	2079,2		2056,3
60	3173,3	3220,5	3269,1	3294,0		3308,0
75	3435,7	3704,1	4019,3	4393,2		4467,1
90	3074,1	3429,9	3861,0	4427,6		5186,3

При $f_d = f_n$ происходит слияние двух способов расчета: по формулам (1) и (3), т. е. $S_n = S_n^*$. Это подтверждает справедливость использованной методики расчета.

Рассмотрим влияние скорости движения первого тела до удара на импульс ударных сил и значения f_n . Для принятых исходных данных при переменном значении v , основные результаты расчета приведены в табл. 3

Таблица 3

α , град	S_n , Н·с, при v_1 , м/с			S_τ , Н·с, при v_1 , м/с			f_n , при v_1 , м/с		
	5	10	20	5	10	20	5	10	20
30	955	2736	6296	-1377	220	3415	1,4416	0,081	0,542
45	2056	4563	9577	-1375	-253	1990	0,6685	0,055	0,208
60	3308	6448	12726	-1844	-1376	-440	0,5575	0,213	0,035
75	4467	8024	15137	-2839	-3175	-3845	0,6356	0,396	0,254

Как видим, импульс S_n возрастает пропорционально увеличению скорости v_1 ударяющего тела при всех значениях угла α . Темп возрастания S_n зависит от угла α . Например, для $\alpha = 30^\circ$ при $v_1 = 5$ м/с и $v_1 = 20$ м/с значение S_n увеличивается примерно в 6 раз, для $\alpha = 75^\circ$ в том же диапазоне изменения v_1 – в 4 раза.

Зависимость S_τ от v_1 имеет в принципе параболический вид, и при некотором v_1 значение S_τ достигает минимума. Это первая особенность процесса соударения автомобилей. Вторая особенность состоит в том, что значение S_τ может быть как отрицательным (при $v_1 = 5$ м/с), так и положительным (для $v_1 = 10$ м/с и $v_1 = 20$ м/с). Следовательно, при $S_\tau > 0$ вектор этого импульса направлен в сторону оси τ , при $S_\tau < 0$ – в обратную сторону.

Такой же параболический вид имеет зависимость $f_n(\alpha)$. Здесь также имеет место минимум f_n . При $v_1 > 5$ м/с он может достигать сотых долей единицы. Например, при $v_1 = 20$ м/с $f_n = 0,035$. В данном случае удар первого автомобиля по второму во всем диапазоне изменения f_n происходит без проскальзывания.

Импульс ударной силы S_n и другие расчетные величины после удара зависят также от положения точки соударения на поверхности ударяемого тела. На рис. 4 показано пять таких точек, положение которых определяется расстоянием x от переднего бампера автомобиля. Соответствующие значения S_n , S_τ и f_n в зависимости от x приведены в табл. 4. Расчет выполнен по формулам (3) и (4), т. е. удар без проскальзывания, при $v_1 = 10$ м/с, $v_2 = 10$ м/с, $\alpha = 30^\circ$.

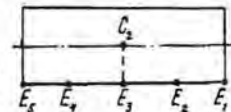


Рис. 4. Схема положения точек удара E на боковой поверхности второго автомобиля

Таблица 4

x , м	S_n , Н·с	S_τ , Н·с	f_n
0	1815	-169	0,093
1	2735	220	0,080
1,9165	3418	696	0,204
3,0730	2934	898	0,306
4,0730	1935	667	0,345

Анализ данных таблицы показывает, что импульсы S_n и S_τ изменяются от x по параболическому закону, т. е. сначала (при $x = 0$) возрастают, с увеличением x достигают максимума, а затем уменьшаются. Изменения значений f_n с увеличением x также имеют вид параболы, направленной выпуклостью к оси x .

Таким образом, анализ результатов расчета позволяет установить закономерности изменения S_n , S_τ , f_n и найти их численные значения. Этот анализ ограничен рамками статьи, однако он показывает, что используемая методика позволяет определить величины S_n , S_τ и f_n для различных расчетных случаев и схем соударения автомобилей.

Зная S_n , S_τ и f_n , можно по формулам (6) – (10) определить скорости точек C_1 и C_2 , а также угловые скорости тел после удара. Пример такого расчета при $v_1 = 5$ м/с, $v_1 = 10$ м/с, $x = 1$ м приведен в табл. 5. Остальные данные приняты по табл. 1.

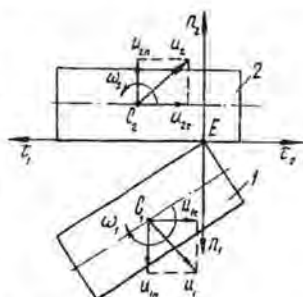


Рис. 5. Схема векторов скоростей после удара

Таблица 5

α , град	Скорость точки C_1 , м/с			Скорость точки C_2 , м/с			Угловая скорость ω^{-1}	
	$u_{1\tau}$	u_{1n}	u_1	$u_{2\tau}$	u_{2n}	u_2	ω_1	ω_2
15	-6,46	-1,15	6,56	8,82	0,103	8,82	-0,74	0,70
30	-5,65	-1,58	5,87	9,05	0,66	9,07	-0,74	0,91
45	-4,85	-1,57	5,10	9,04	1,42	9,16	-0,76	1,37
60	-4,26	-1,16	4,42	8,72	2,29	9,02	-1,97	2,07
75	-4,01	-0,55	4,04	8,04	3,09	8,61	-4,51	2,93
90	-4,05	-0,03	4,06	7,13	3,59	7,88	-7,42	3,71

Векторы скоростей автомобилей и их направления вращений после удара показаны на рис. 5.

Отметим, что первое тело после удара придет во вращательное движение по часовой стрелке ($\omega_1 < 0$), второе – против часовой стрелки ($\omega_2 > 0$). Аналогично определяются линейные и угловые скорости для других схем соударения автомобилей после удара.

Зная линейные и угловые скорости после удара, можно затем рассмотреть вторую часть задачи, т. е. определить движение автомобиля по поверхности дороги до остановки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Боровской Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта. - Л.: Лениздат, 1984. - 304 с. [2]. Доброгорский В.Я., Киреев В.А., Рубан В. И. Классификация видов столкновений и экспертное определение места столкновения транспортных средств (по материалам обобщения экспертной практики). - М., 1985. - 53 с. - (Обзор. информ./ВНИИСЭ; Вып. 5). [3]. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учеб. для вузов. - М.: Транспорт, 1989. - 255 с. [4]. Морозов С.И. Удар двух тел: Методич. указания по решению

задач. - Архангельск: РИО АГТУ, 1996. - 56 с. [5]. Проблемы судебной автотехнической экспертизы: Сб. науч. тр. - М.: ВНИИСЭ, 1985. - 119 с.

Поступила 25 февраля 1998 г.

УДК 658.581

В. Н. ШИЛОВСКИЙ, А. В. ПИТУХИН

Петрозаводский государственный университет



Шиловский Вениамин Николаевич родился в 1945 г., окончил в 1970 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта Петрозаводского государственного университета. Имеет более 130 печатных трудов в области исследований эксплуатационной надежности лесных машин и ремонта машин.



Питухин Александр Васильевич родился в 1948 г., окончил в 1972 г. Ленинградский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН, заведующий кафедрой технологии металлов и ремонта Петрозаводского государственного университета. Имеет более 80 печатных трудов в области оценки надежности, расчета и проектирования машин.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПО АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПРИЗНАКУ

Представлен метод последовательного контроля безотказности по альтернативному признаку применительно к лесозаготовительным машинам. Конкретизирован план испытаний, закон распределения наработки на отказ, исходные данные для контроля безотказности, величины браковочного и приемочного уровней наработки на отказ. Приведен конкретный пример.

Method of sequential monitoring of no-failure operation applied to forest machines is presented. Testing plan is specified as well as the law of distribution of mean time between failures, the initial data for no-failure monitoring, the values of no-go and acceptance levels of mean time between failures. The concrete example as given.

Последовательный контроль безотказности лесозаготовительных машин по альтернативному признаку представляет собой расчетно-экспериментальный метод, основанный на вычислении показателей надежности по исходным данным, полученным в процессе контрольных эксплуатационных испытаний на надежность опытных или серийных образцов лесозаготовительной техники.

Метод ориентирован на план испытаний типа $[NM(rT_{\Sigma})]$, в котором участвуют N объектов, восстанавливаемых (M) в процессе испытаний. Работу заканчивают при достижении заданных чисел отказов (r) или наработки (T_{Σ}).

Показатели надежности контролируют по альтернативному признаку, учитывающему риски потребителя и изготовителя. При расчете используют план последовательного контроля на основании предпосылок экспоненциального распределения наработки на отказ. Выбор плана последовательного контроля обусловлен принадлежностью лесозаготовительных машин к восстанавливаемым объектам, а также наличием ограничения по числу испытываемых изделий.

Для лесозаготовительных машин нормируемым показателем безотказности является средняя наработка на отказ.

При последовательном контроле устанавливают число отказов, которое может быть зарегистрировано за определенную суммарную наработку объектов, находящихся на контрольных испытаниях.

Исходными данными для контроля наработки на отказ являются приемочный уровень наработки на отказ T_{α} ; браковочный уровень наработки на отказ T_{β} ; риск изготовителя α ; риск потребителя β ; нормативное значение наработки на отказ, установленное в нормативно-технической документации $T_{\text{норм}}$.

В качестве браковочного уровня наработки на отказ следует принять нормативное значение, установленное в техническом задании (для опытных образцов) или технических условиях (для серийных образцов) $T_{\beta} = T_{\text{норм}}$.

Приемочный уровень наработки на отказ устанавливают в нормативно-технической документации на изделие. Для лесозаготовительных машин рекомендуют следующее соотношение между приемочным и браковочным уровнями: $T_{\alpha} = 1,64 T_{\beta}$. Риск изготовителя α и риск потребителя β рекомендуется принимать равными 0,2.

По согласованию разработчика с потребителем значения α , β и T_{β} могут быть иными, если они оговорены в техническом задании или технических условиях на машину.

Графиком последовательных испытаний является ступенчатая линия, которая показывает изменение количества отказов испытываемых изделий в зависимости от их суммарной наработки. В момент возникновения отказа график имеет скачок по вертикали на одну единицу, далее линия идет параллельно оси абсцисс до момента возникновения следующего отказа. График последовательного контроля строят в прямоугольной системе координат по исходным параметрам ($T_{\beta} = T_{\text{норм}}$, $T_{\alpha} = 1,64 T_{\beta}$, $\alpha = \beta = 0,2$), пара

метры линии соответствия и несоответствия устанавливают согласно положениям работы [1].

Результаты испытаний считают положительными, если ступенчатый график пересекает линию соответствия; в этом случае фактическое значение наработки на отказ отвечает уровню, установленному в нормативно-технической документации. Если ступенчатый график пересекает линию несоответствия, результат испытаний считают отрицательным.

Согласно положениям работы [2] и указанным в статье параметрам графика последовательного контроля ($T_\beta = T_{\text{норм}}$, $T_\alpha = 1,64 T_\beta$, $\alpha = \beta = 0,2$) на рис. 1 приведены минимально возможные значения продолжительности испытаний каждого образца (t_n) для различных нормативных значений наработки на отказ ($T_{\text{норм}} = T_\beta$) в зависимости от числа образцов (n).

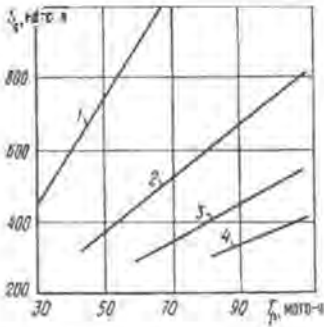


Рис. 1. Зависимость продолжительности испытаний t_n от нормируемого значения безотказности T_β для различного количества образцов n : 1 - $n = 1$; 2 - $n = 2$; 3 - $n = 3$; 4 - $n = 4$

Если нормируемое значение наработки на отказ больше указанного на рис. 1, то t_n определяют экстраполяцией. При невозможности обеспечить испытания требуемым числом образцов может быть изменено соотношение T_α / T_β . Если линии соответствия и несоответствия приближаются друг к другу, то вероятность получения корректных результатов снижается.

Использование расчетно-экспериментального метода можно проиллюстрировать на следующем примере. Для контроля средней наработки на отказ были испытаны два образца условной лесозаготовительной машины, для которых $T_{\text{норм}} = 70$ мото-ч. В процессе испытаний возникли отказы машин при следующих наработках: для машины № 1 - 52, 103, 119, 165, 237, 274, 325, 378, 396 мото-ч; для машины № 2 - 62, 152, 169, 228, 233, 305, 356, 376 мото-ч.

По плану последовательного контроля необходимо определить объем испытаний и принять решение о соответствии фактических показателей безотказности требованиям, установленным в нормативно-технической документации.

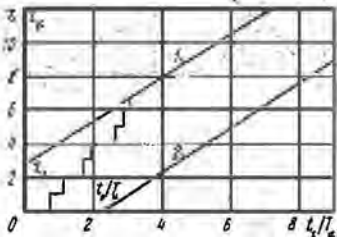


Рис. 2. График последовательного контроля

Согласно рис. 1 при $T_\beta = T_{\text{норм}} = 70$ мото-ч для $n = 2$ максимальная наработка каждого образца должна составить около 565 мото-ч. Ранее принято $\alpha = \beta = 0,2$; $T_\alpha = 1,64 T_\beta = 115$ мото-ч. Параметры плана испытаний определяем по табл. 5, приведенной в работе [1]. По ним в прямоугольной системе координат (рис.2) строим наклонные линии несоответствия (I)

$$r = a t_i / T_\alpha + r_0;$$

соответствия (2)

$$r = a(t_{\Sigma}/T_{\alpha} - t_0/T_{\alpha}),$$

где a – тангенс угла наклона линий соответствия или несоответствия на графике последовательного контроля;

t_{Σ} – суммарная наработка;

r_0 – точка пересечения линии несоответствия с осью ординат;

t_0/T_{α} – относительное значение точки пересечения линии соответствия с осью абсцисс.

При $T_{\alpha}/T_{\beta} = 1,64$ и $\alpha = \beta = 0,2$ получим следующие значения параметров: $a = 1,29$; $r_0 = 2,815$; $t_0/T_{\alpha} = 2,180$; предельное число отрицательных исходов при усеченном последовательном контроле $r_{yc} = 12$.

Определим точки скачкообразного изменения графика последовательного контроля согласно данным таблицы.

t_1	t_2	t_{Σ}	t_{Σ}/T_{α}	t_1	t_2	t_{Σ}	t_{Σ}/T_{α}
52	39*	91	0,80	237	233	470	4,10
76*	61	137	1,19	274	270*	544	4,73
103	90*	193	1,68	315*	305	620	5,39
119	110*	229	1,90	325	317*	642	5,58
160*	152	312	2,70	371*	356	727	6,32
165	159*	324	2,81	378	366*	744	6,47
176*	169	345	3,00	386*	372	758	6,59
230*	228	458	3,98	396	380*	776	6,75

* Нарботка одной машины на момент отказа другой, т. е. наработка исправной машины.

На графике последовательного контроля (рис. 2) в моменты возникновения отказа какой-либо одной или обеих машин по оси абсцисс откладывается отношение t_{Σ}/T_{α} .

Испытания могут быть прекращены после возникновения седьмого отказа, т. е. при наработке первой машины 176 и второй 169 мото-ч. Таким образом, в данном примере фактическое значение средней наработки на отказ меньше установленного в технических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. ГОСТ 27.410 – 87. Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность. - М.: Изд-во стандартов, 1987. - 109 с. [2]. ОСТ 22-27.1677 – 87. Строительные, дорожные, коммунальные машины и оборудование. Порядок и методы контроля показателей надежности, рекомендуемых нормативно-технической документацией. - М.: Миностройдормаш, 1987. - 47 с.

Поступила 10 декабря 1996 г.

УДК 621.873:630*378.1

Е. А. ШЕКАЛОВ, З. Д. ВТЮРИНА

Архангельский государственный технический университет

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ БАШЕННОГО КРАНА КБ-572
С ГРЕЙФЕРОМ ЛТ-184 НА ШТАБЕЛЕВКЕ И СБРОСКЕ В СПЛАВ
КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

Приведены средние за 5 лет по месяцам года производственные и энергетические показатели эксплуатации крана КБ-572 с грейфером на штабелевке и сброске в сплав круглых лесоматериалов. Установлены значения удельного потребления и рекуперации энергии. Даны рекомендации по снижению расхода электроэнергии при эксплуатации башенного крана.

Mean production and energy indices of operating tower crane KB - 572 with grapple for stacking and throwing off round wood for floating are given for every month of a five-year period. The values of specific energy consumption and regeneration are determined. Recommendations are set forth on reducing energy consumption when operating a tower crane.

Технология работы приречных складов с молевым лесосплавом, разработанная и широко внедренная под руководством и при непосредственном участии авторов статьи, предусматривает продольное расположение вдоль бровки берега беспрокладочных штабелей бревен, обеспечивающее максимальную концентрацию запасов круглых лесоматериалов в зоне вылета стрелы крана и размещение всего межнавигационного запаса древесины на сравнительно небольшом участке склада.

Для приречных складов с коротким (до 5 м) заложением берегового откоса, позволяющим сбрасывать бревна на воду без дополнительных устройств (лотков), нами выполнены специальные исследования, разработана и утверждена в установленном порядке техническая документация по технологии работы крана на сброске в сплав с раскрытием грейфера с пачкой бревен над водой «на весу» (см. рисунок), что значительно (на 22 и 50 % по сравнению с опусканием грейфера с пачкой бревен в лоток и пачки бревен на воду) сокращает продолжительность цикла и повышает производительность труда.

Эффективность такой технологии подтверждена многолетними исследованиями эксплуатации крана КБ-572 с грейфером ЛТ-184 на приречном складе Заозерного лесопункта Шалакушского леспромхоза Архангельской области. Нижний склад расположен на берегу р. Моша, (приток

р. Онеги), продолжительность периода лесосплава 50 сут, основной сплавляемый сортимент – пиловочник, поставляемый Шалакушскому лесозаводу. Лиственные и тонкомерные хвойные лесоматериалы, выработанные на нижнем складе, отгружают этим же краном на лесовозные автомашины и доставляют за 90 км на погрузочный пункт ст. Шалакуша Северной железной дороги.

На кране установлено 8 электродвигателей общей мощностью 55,9 кВт: привода грузовой лебедки – 30 кВт, пять по 3,5 кВт (два – на механизмах поворота стрелы, один – на лебедке передвижения грузовой тележки, два – на ходовых тележках), привода моторного грейфера – 8 кВт и привода закрепленного на крюковой обойме механизма поворота грейфера – 0,4 кВт, а также 6 прожекторов по 0,5 кВт каждый, один мощностью 1 кВт; электропечь в кабине крана – 1,5 кВт и два обогревателя стекол по 0,4 кВт. Общая установленная мощность электропотребителей – 62,2 кВт. Потребление электроэнергии учтено с помощью электросчетчиков СА4У-И672М. Среднемесячные объемные и энергетические показатели работы крана за 5 лет приведены в таблице.

Из общего среднегодового межнавигационного объема работ крана 31,2 тыс.м³ на штабелевку приходится 21,7, на погрузку лиственных и тонкомерных хвойных лесоматериалов – 9,5 тыс.м³ (соответственно 69,5 и 30,5 %). Среднемесячный объем штабелевки – 1,8, погрузки – 0,8 тыс.м³. На этих операциях отрабатывается ежегодно по 208 крано-смен со средней выработкой 154 м³ в смену и на 1 чел.-день, так как кран обслуживает один рабочий - крановщик.

Из таблицы следует, что удельное потребление электроэнергии на штабелевку и погрузку суммарно составило в среднем за год 0,266 кВт ч/м³, из них на отопление кабины крана – 0,035, освещение – 0,009 кВт ч/м³. Наибольший расход энергии приходится на зимние (ноябрь – февраль) месяцы, наименьший – на июль, когда не требуется отопление и освещение, а пачки бревен укладывают на нижние ряды штабеля, свободного после окончания сброски в сплав межнавигационного объема лесоматериалов.

Приведенные в таблице производственные и энергетические показатели работы крана с грейфером на сброске в сплав круглых лесоматериалов показывают, что средний объем сброски за навигацию превышает 25 тыс.м³, при этом кран отрабатывает в среднем 41 маш.-см. при средней выработке 615 м³ в смену и на 1 чел.-день. Удельный расход энергии при этом не превысил 0,068 кВт ч/м³. Такая высокая сменная выработка и низкий удельный расход электроэнергии обусловлены благоприятными природными условиями приречного склада Заозерного лесопункта и примененной технологией работы крана. При высоких горизонтах воды в реке в начальный период



Месяц	Штабелевка и погрузка				Сброска в сплав	
	Объем, м ³	Удельное потребление электро- энергии, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^3}$ %			Объем, м ³ Сменная вы- работка, м ³	Потреблено электроэнер- гии, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^3}$
		Всего	на отопление	на освещение		
Январь	3 809	<u>0,311</u>	<u>0,046</u>	<u>0,018</u>	—	—
		100	15,0	5,9		
Февраль	3 359	<u>0,316</u>	<u>0,052</u>	<u>0,008</u>	—	—
		100	16,4	2,5		
Март	3 865	<u>0,284</u>	<u>0,049</u>	<u>0,007</u>	—	—
		100	17,2	2,4		
Апрель	1 914	<u>0,299</u>	<u>0,037</u>	<u>0,003</u>	<u>3040</u>	<u>226</u>
		100	12,4	1,0	657	0,057
Май	1 227	<u>0,218</u>	<u>0,011</u>	<u>0</u>	<u>14 720</u>	<u>854</u>
		100	5,2	0	640	0,058
Июнь	1 068	<u>0,193</u>	<u>0,003</u>	<u>0</u>	<u>6636</u>	<u>624</u>
		100	1,5	0	553	0,094
Июль	2 788	<u>0,185</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	—	—
		100	0	0		
Август	2 516	<u>0,193</u>	<u>0,002</u>	<u>0</u>	—	—
		100	0,2	0		
Сентябрь	2 100	<u>0,204</u>	<u>0,014</u>	<u>0,003</u>	—	—
		100	6,8	1,4		
Октябрь	2 380	<u>0,252</u>	<u>0,047</u>	<u>0,007</u>	—	—
		100	18,5	2,8		
Ноябрь	2 891	<u>0,303</u>	<u>0,055</u>	<u>0,014</u>	—	—
		100	18,2	4,6		
Декабрь	3 254	<u>0,309</u>	<u>0,051</u>	<u>0,027</u>	—	—
		100	16,4	8,8		
Итого	31 171	<u>0,266</u>	<u>0,035</u>	<u>0,009</u>	<u>25 196</u>	<u>1704</u>
		100	13,2	3,4	615	0,068

сплава малая (около 1,5 м) высота берегового откоса приводила к подтоплению беспрокладочных штабелей, расположенных вдоль берега, что благоприятствовало разборке штабеля высотой до 9 м с помощью грейфера и подаче бревен в сплав. Грейфер набирал пачку бревен из нижней части штабеля, при этом лесоматериалы из верхней части осыпались в воду. Такая технология сброски практически позволила удвоить производительность крана и достигнуть в апреле и мае 657 и 640 м³ в смену, удельное потребление электроэнергии при этом составило только 0,057 и 0,058 кВт·ч/м³. В июне, когда уровень воды в реке снижался и сброска проводилась из неподтопленных штабелей, но с выгрузкой бревен «на весу», т. е. без опускания пачки на воду, производительность крана уменьшилась только до 553 м³ в смену, а удельный расход энергии на сброске возрос в 1,6 раза и составил 0,094 кВт·ч/м³.

Наряду с потреблением энергии учитывали и ее рекуперацию с использованием трехфазного электросчетчика СА4У-И672М. Счетчик был снабжен стопором поворота диска, исключаящим его поворот на угол

более 45° при работе в двигательном режиме и фиксирующим количество выработанной энергии при работе в генераторном режиме привода грузовой лебедки в процессе опускания груза. Установлено, что в начале формирования штабелей рекуперируется до $10 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ на 1000 м^3 заштабелеванной древесины. С увеличением высоты штабеля рекуперация снижается в среднем до $6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ на 1000 м^3 . Половина выработанной двигателем грузовой лебедки (в режиме генератора) электроэнергии потребляется одновременно включенными на кране нагревательными и осветительными приборами, а также другими электродвигателями, включенными одновременно с грузовой лебедкой. В электросеть возвращается менее $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ на 1000 м^3 . При сброске с размолевкой или разгрузкой «на весу» над водой при опускании грейфера с пачкой бревен рекуперировалось около $3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ на 1000 м^3 .

Установленные технологические и энергетические показатели эксплуатации крана КБ-572 с грейфером на штабелевке и сброске в сплав круглых лесоматериалов могут быть использованы при расчете потребности в таких кранах и расхода электроэнергии в аналогичных условиях. Приводим основные из них.

1. При обслуживании краном одной раскряжевочной площадки объемом штабелевки и погрузки (суммарно) составил $31,2$, сброски в сплав – 25 тыс.м^3 , т. е. суммарная годовая грузоперевалочная работа крана обеспечена в объеме более 56 тыс.м^3 , что свидетельствует о высокой эффективности использования крана КБ-572 с грейфером ЛТ-184.

2. Ограниченная на штабелевке и погрузке (154 м^3 в смену) и высокая на сброске в сплав (615 м^3 в смену и на 1 чел./день) производительность крана также свидетельствует об эффективности такой технологии работ.

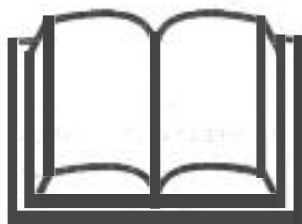
3. На отопление кабины крана расходуется в среднем за год $13,2 \%$ ($0,035 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$), а в зимние месяцы – до $18,5 \%$ общего потребления электроэнергии. Такой большой расход обусловлен работой крановщика с открытым окном (фрамугой) для улучшения видимости и слабой герметизацией кабины, изготовленной без учета северных условий. Для уменьшения расхода энергии на отопление кабины рекомендуется использовать воздушную завесу окна*.

4. Для уменьшения расхода энергии на освещение, составляющего $3,4 \%$ общего потребления краном, следует светильники с лампами накаливания заменить на светильники с люминесцентными лампами.

5. Применяемая на Заозерном лесопункте технология пуска в лесосплав только крупномерных хвойных круглых лесоматериалов (пиловочника), составляющих 70% заготавливаемых сортиментов, гарантирует исключение потерь древесины от утопа и является полностью экологически чистой.

Проведенные исследования показали высокую эффективность разработанной авторами и внедренной с их участием технологии работ приречного склада у рек молевого лесосплава, базирующейся на использовании башенного крана КБ-572 с грейфером.

* А. С. 1441138 СССР, МКИ⁴ F 24 E 9/00, В 66 С 13/52. Устройство для воздушной завесы окна /Е. А. Шекалов, З. Д. Втюрина (СССР). – № 4192231/27-11; Заявлено 02.12.86; Оpubл. 30.11.88, Бюл. № 44 //Открытия. Изобретения. – 1988. – № 44 – С. 25.



Для специалистов и студентов

Ср *акультет природных ресурсов и*

кафедра промышленного транспорта Архангельского государственного технического университета готовят к изданию в 1999 г. монографию В.И. Жабина, Г.А. Калинина и Н.Н. Буторина «Промышленные железные дороги лесного комплекса» объемом 200 страниц. Книга состоит из двух частей: «Лесовозные узкоколейные железные дороги (современное состояние, компьютерное решение проектных и эксплуатационных задач)» и «Железные дороги широкой колеи как подъездные пути предприятий». Наряду с вопросами конструктивного устройства железнодорожного пути узкой и широкой колеи, большое внимание уделяется компьютерному решению проектных и эксплуатационных задач. В разделе «Временные пути УЖД» первой части книги освещены также результаты последних исследований по разработке инвентарных конструкций усов и их размещению в лесном массиве.

Ориентировочная цена монографии – 20 руб.

**Заявки на приобретение просим направлять по адресу:
163007, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17, АГТУ,
кафедра промышленного транспорта.
Тел. (818-2) 44-91-51.**

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.053:[621.933.6+621.937.5]

Г. Ф. ПРОКОФЬЕВ

Архангельский государственный технический университет

Прокофьев Геннадий Федорович родился в 1940 г., окончил в 1964 г. Архангельский лесотехнический институт, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной механики Архангельского государственного технического университета, член-корреспондент РАЕН. Имеет более 150 печатных работ в области прикладной механики и интенсификации переработки древесины путем совершенствования лесопильного оборудования и дереворежущего инструмента.



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПИЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМАХ И ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Показано, что повышение эффективности пиления древесины на действующем оборудовании серийным инструментом достигается за счет улучшения качества подготовки пил и станка к работе, правильного выбора параметров пил, использования контрольно-измерительного инструмента. Даны рекомендации по модернизации и созданию новых типов лесопильных рам и ленточнопильных станков.

It has been shown that the increase of wood sawing efficiency by the serial instrument on the working equipment is achieved at the expense of improving the quality of saws and machine preparation for work, the right choice of saws parameters, the use of control-and-measuring tool. The recommendations on modernization and creating new types of frame saws and band-saw machines are given.

Перед лесопильной промышленностью стоит задача перехода от экстенсивного к интенсивному пути развития, который заключается в повышении производительности оборудования, рациональном расходовании сырья, создании экологически безопасного оборудования малой металлоемкости с низкими энергозатратами и улучшении качества получаемых пиломатериалов.

Основное оборудование на предприятиях России – лесопильные рамы, на которых вырабатывают более 85 % пиломатериалов. Ими еще долго

будут оснащены мелкие и средние лесопильные заводы, благодаря использованию проходного метода пиления древесины группой пил с высокими точностью и выходом пиломатериалов. Режущий инструмент лесопильных рам прост в изготовлении, подготовке и эксплуатации.

Но лесопильные рамы имеют ряд недостатков: большие силы инерции, значительная ширина пропила, неравномерность подачи на зуб при рабочем ходе пил, скобление зубьями дна пропила при холостом ходе пил, низкие скорости резания, большие габаритные размеры и высокая металлоемкость. При создании новых образцов рам указанные недостатки должны быть по возможности устранены.

Ленточнопильные станки являются перспективным видом лесопильного оборудования. Им присущи такие достоинства, как пиление древесины при больших скоростях подачи, малая ширина пропила, высокое качество получаемых пиломатериалов по шероховатости, отсутствие необходимости в тщательной сортировке бревен перед распиловкой, применение индивидуальной распиловки с учетом особенностей сырья, возможность создания ленточнопильных агрегатов с автоматической регулировкой постова. Кроме того, они не требуют больших фундаментов.

К недостаткам ленточнопильных станков можно отнести низкую точность пиления при больших скоростях подачи, малую долговечность пил и более сложную их подготовку, повышенные требования к распиливаемому сырью, большие затраты времени на вспомогательные операции, большие габаритные размеры и металлоемкость. При создании многопильных станков проходного типа некоторые из этих недостатков усугубляются. По мере совершенствования станков и устранения отмеченных недостатков они будут находить все большее применение в лесопилении. Однако не следует считать, что ленточнопильные станки в дальнейшем полностью вытеснят лесопильные рамы. В первую очередь ленточнопильные станки найдут применение на крупных высокомеханизированных и автоматизированных предприятиях, кроме того их можно эффективно использовать в сочетании с лесопильными рамами.

Все это подтверждает необходимость интенсификации пиления древесины на лесопильных рамах и ленточнопильных станках. Стратегические вопросы интенсификации пиления древесины рамными и ленточными пилами целесообразно рассматривать совместно.

Причины такого подхода следующие:

основным ограничением производительности лесопильных рам и ленточнопильных станков является точность пиления; методика оценки точности пиления в зависимости от сил резания, жесткости и устойчивости пил одинакова для рамного и ленточного пиления;

рамная и ленточная пилы в зоне резания представляют собой тонкую стальную растянутую полосу, на одной из кромок которой имеются зубья;

основные условия значительного повышения точности пиления древесины рамными и ленточными пилами – установка над и под распиливаемым материалом аэростатических направляющих для пил;

общая методика расчета выхода пиломатериалов, опилок и кусковых отходов при рамном и ленточном пилении;

общие пути улучшения использования древесины при получении пиломатериалов;

общие направления снижения энергозатрат и модернизации станков для повышения точности пиления.

Однако практическая реализация общих решений должна осуществляться с учетом особенностей узлов резания и подачи станков, конструкций пил, условий их подготовки к эксплуатации.

Основные направления интенсификации пиления древесины на лесопильных рамах и ленточнопильных станках показаны на рис. 1.

Часовая производительность A лесопильных станков, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по формуле

$$A = 60 \frac{zu}{l_b i} q_{\text{ср}} K_p K_m, \quad (1)$$

где z – число пил, одновременно участвующих в пилении;

u – скорость подачи распиливаемого материала, $\text{м}/\text{мин}$;

l_b – длина бревна, м ;

i – требуемое число пропилов согласно плану раскроя сырья;

$q_{\text{ср}}$ – средний объем бревна, м^3 ;

$K_p = t_m/t$ – коэффициент использования рабочего времени станка;

t_m – машинное время (продолжительность работы) станка в течение смены, мин ;

t – продолжительность смены, мин ;

$K_m = t_{\phi}/t_m$ – коэффициент использования машинного времени станка;

t_{ϕ} – продолжительность производительной работы станка в течение смены, мин .

Для лесопильных рам и многопильных ленточных станков, ведущих распиловку бревен на проход группой пил, $z = i$. Для однопильных ленточнопильных станков $z = 1$. Производительность зависит от плана раскроя бревен (i), типа станка (z), характеристик бревен ($q_{\text{ср}}$, l_b), режима работы станка (u), уровня организации эксплуатации станка (K_m , K_p).

По мере увеличения диаметра бревен производительность многопильных станков возрастает, так как объем бревен $q_{\text{ср}}$ повышается быстрее, чем уменьшается скорость подачи u . Целесообразно сортировать сырье на размерные группы и иметь специализированное лесопильное оборудование для этих групп.

Коэффициент K_p может быть повышен путем уменьшения простоев станка. Причины простоев: неисправность узлов и механизмов станка, поломка и их замена. Большое влияние на K_p оказывает уровень организации инструментального и ремонтного дела.

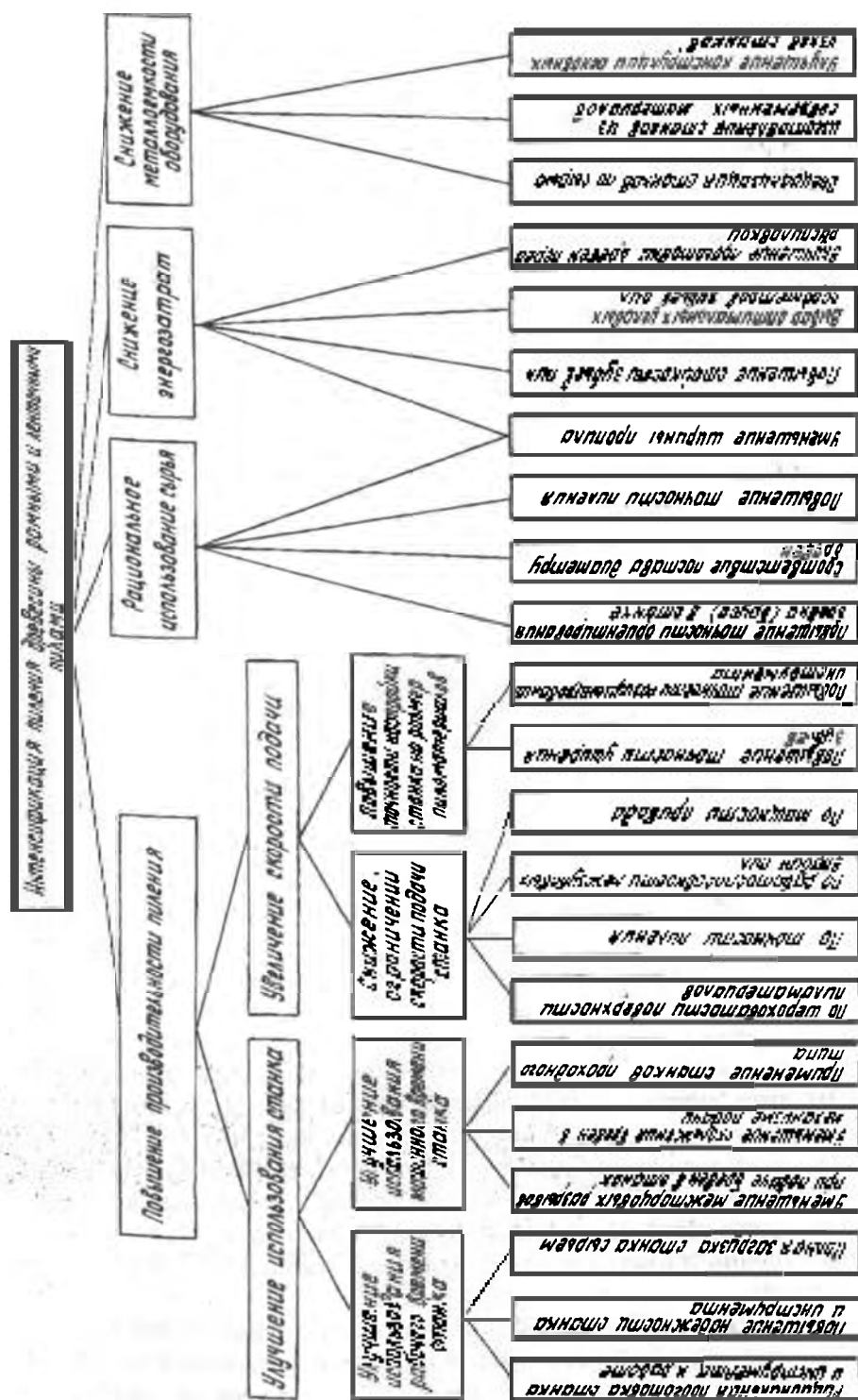


Рис. 1. Пути интенсификации пиления древесины: экономия и автоматизация пиления

Коэффициент K_m может быть повышен за счет уменьшения скрытых простоев (многопильные станки), связанных с межторцовыми разрывами бревен и неравномерностью подачи бревен к станку, или вспомогательного времени (однопильные ленточнопильные станки). У лесопильных рам скрытые простои могут проявляться в виде скольжения бревен в подающих вальцах (из-за слабого прижима вальцов), неправильного выбора угловых параметров зубьев и уклона пил, затупления зубьев, плохой подготовки бревен к распиловке, износа и загрязнения шипов вальцов.

Вспомогательное время однопильного ленточнопильного станка складывается из затрат времени на следующие операции: навалка, установка и закрепление бревна на тележке; ориентация бревна (бруса); установка размера, подача бревна к пиле; откатка тележки; сброс остатков пиления. Расчеты показывают, что у однопильных ленточнопильных станков примерно $2/3$ машинного времени приходится на вспомогательные операции. Эффективность пиления на ленточнопильных станках бревен большого диаметра можно повысить за счет автоматизации вспомогательных операций, для бревен малых и средних диаметров – применением многопильных ленточнопильных станков проходного типа, так как в этом случае $z = i$ и K_p возрастает более чем в 2 раза.

При определении скорости подачи u следует учитывать, что у ленточнопильных станков и лесопильных рам имеются четыре вида ограничений скорости подачи: по шероховатости поверхности пиломатериалов, по вместимости межзубовых впадин, по мощности привода механизма резания, по точности пиления. Из четырех скоростей подачи, рассчитанных с учетом ограничений, принимается наименьшая. Формулы для расчета скоростей подачи по первым трем ограничениям приведены в работах [1, 4].

Точность пиления – одно из главных ограничений скорости подачи при резании древесины рамными и ленточными пилами. Аналитический метод определения точности пиления – общий для рамных и ленточных пил. Условие точного пиления состоит в том, что максимальное отклонение зубчатой кромки пилы при пилении y_{\max} не должно превышать допустимую величину $[y]$:

$$y_{\max} \leq [y]. \quad (2)$$

Выразив максимальное отклонение пилы в процессе пиления [4], запишем условие точного пиления:

$$y_{\max} = \frac{Q}{j_n \left(1 - \frac{P^2}{P_{кр}^2} \right)} \leq [y], \quad (3)$$

где Q - боковая составляющая силы резания, Н;

j_n - начальная жесткость пилы, Н/мм;

P - нормальная составляющая силы резания, Н;

$P_{кр}$ - критическая сила пилы, Н.

Как видим из выражения (3), отклонение пилы в процессе пиления зависит от сил, действующих на пилу (Q , P), и способности ее противодействовать этим силам (j_n , $P_{кр}$). Влияние касательной составляющей силы резания на точность пиления мало, поэтому ее в расчетах не учитывают. Материалы по определению j_n и $P_{кр}$ для рамных и ленточных пил приведены в работе [4].

Нормальные составляющие сил резания:
для рамного пиления

$$P_{\max} = \frac{q_p K b' h u}{i n}; \quad (4)$$

для ленточного пиления

$$P = \frac{q_l K b' h u}{60 v}, \quad (5)$$

где q_p , q_l - коэффициенты, определяемые экспериментальным путем при изменении кинематики станков, при существующей кинематике принимается $q_p = 2,5$ и $q_l = 0,3$;

K - удельная работа резания, Н/мм²;

b' , h - ширина и высота пропила, мм;

H - ход пильной рамки лесопильной рамы, м;

n - частота вращения коленчатого вала лесопильной рамы, мин⁻¹;

v - скорость резания, м/с.

Методики расчета удельной работы резания при рамном и ленточном пиении дана в работе [1]. Формулы для расчета боковых сил, действующих на рамные пилы при рамном пиении, приведены в работе [2]. Аналогично могут быть получены формулы для расчета боковых сил, действующих на пилы при пиении древесины на ленточнопильных станках.

Скорость подачи с ограничением по точности пиления вычисляют следующим образом:

на лесопильных рамах

$$u_T = \frac{P_{кр} H n \sqrt{1 - \frac{Q}{j_n [y]}}}{q_p K b' h}; \quad (6)$$

на ленточнопильных станках

$$u_T = \frac{60 P_{кр} v \sqrt{1 - \frac{Q}{j_n [y]}}}{q_p K b' h}. \quad (7)$$

Допускаемое отклонение пил при пиении древесины определяется по формуле

$$[y] = \sqrt{\frac{A_z^2 - A_{\text{поз}}^2 - 2A_{\text{шт}}^2 - A_{\text{yc}}^2}{8}}, \quad (9)$$

где A_r , $A_{\text{поз}}$, $A_{\text{уш}}$, $A_{\text{ус}}$ - соответственно поля допусков толщины пиломатериалов, позиционирования пил (у лесопильных рам - толщины межпилыных прокладок), уширения зубьев, усушки пиломатериалов, мм.

Разработанная методика расчета скорости подачи с ограничением по точности может быть использована для разработки режимов пиления древесины на лесопильных рамах и ленточнопильных станках; обоснования норм точности подготовки пил и узлов станков к работе; определения направлений модернизации и создания новых типов лесопильных рам и ленточнопильных станков.

Древесина - ценный природный материал. В условиях ее дефицита вопросы рационального использования древесного сырья имеют большое значение. Нами разработана методика расчета выхода пиломатериалов, щепы и опилок, которая использована в работах [3, 5, 6]. При исходных данных для расчета (номинальный диаметр бревен в вершине $d_n = 240$ мм, длина бревна $l_6 = 5,2$ м, его сбег c , точность сортировки бревен по диаметрам $a = \pm 10$ мм, постав, ширина пропила b' , поле рассеяния толщины пиломатериалов (точность пиления) $\omega = 2$ мм, смещение оси бревна ε_1 или бруса ε_2 относительно оси постава) принято: $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0$; постав первого прохода 22 - 22 - 150 - 22 - 22; постав второго прохода 22 - 22 - 60 - 60 - 22 - 22. Выполненные расчеты позволили оценить влияние различных факторов на выход пиломатериалов, щепы и опилок и определить пути рационального использования древесины при производстве пиломатериалов.

Расчеты показали, что уменьшение ширины пропила на 1 мм дает увеличение соответственно выхода пиломатериалов и щепы на 1,3 и 1,5 % и уменьшение выхода опилок на 2,8 %. Снижение ширины пропила необходимо вести в двух направлениях: путем повышения технической культуры подготовки инструмента и обслуживания существующих лесопильных станков (дополнительное повышение выхода пиломатериалов на 0,5...0,7 %) и путем создания нового более совершенного оборудования, обеспечивающего повышение жесткости, устойчивости и долговечности пил (0,6...0,9 %).

Выполнены расчеты, с помощью которых определено влияние смещения оси бревна ε_1 и бруса ε_2 относительно оси постава на выход пиломатериалов. Приняты условия: $d_n = 160$ мм, $a = \pm 10$ мм, $l_6 = 6,5$ м, $\omega = 2$ мм, $b' = 4$ мм, постав первого прохода 19 - 100 - 19, постав второго прохода 19 - 32 - 32 - 32 - 19. Расчеты показали, что при увеличении ε_1 и ε_2 от 0 до 10 мм выход пиломатериалов уменьшается на 3,7 %. С увеличением ε_1 и ε_2 интенсивность снижения выхода пиломатериалов возрастает.

Для уменьшения ε_1 и ε_2 необходимо у лесопильных рам совместить центр постава пил с центром пильной рамки, а впередирамную тележку оборудовать механизмом поперечного перемещения бревна.

При определении влияния точности пиления на выход пиломатериалов приняты условия: $d_n = 240$ мм, $a = \pm 10$ мм, $l_6 = 5,2$ м, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0$, постав первого прохода 22 - 22 - 150 - 22 - 22, постав второго прохода 22 - 22 - 50 - 50 - 22 - 22, $b' = 4$ мм, $\omega = (0,5 \dots 2,5)$ мм через 0,5 мм. Расчеты показали, что с уменьшением ω на 1 мм выход пиломатериалов увеличивается на 1,4 %. Точность пиления древесины рамными и ленточными пилами может быть повышена за счет повышения точности подготовки инструмента и оборудования к работе; модернизации существующего оборудования путем установки над и под распиливаемым материалом направляющих для пил; создании лесопильного оборудования нового поколения, обеспечивающего повышение жесткости и устойчивости пил и точность движения пил и распиливаемого материала.

Влияние точности сортировки бревен a на выход пиломатериалов рассмотрено при следующих условиях: $d_n = 160$ мм, $l_6 = 5,2$ м, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0$, $b' = 4$ мм, постав первого прохода 22 - 22 - 100 - 22 - 22, постав второго прохода 22 - 22 - 44 - 44 - 22 - 22, $\omega = 2$. Расчеты показали, что при изменении a от 5 до 10 мм выход пиломатериалов Q_n изменился на 0,1 %; при изменении a от ± 10 до ± 20 мм - на 1,5 %; при изменении a от ± 20 до ± 30 мм - на 2,1 %. При других значениях d_n и поставках влияние a на Q_n может иметь иной характер. Соответствия d_n поставу пил можно достичь двумя путями: сортировкой бревен или автоматической настройкой постава пил лесопильного станка на конкретное бревно или группу бревен, поступающих на распиловку.

Второе направление перспективно, так как позволяет повысить производительность труда за счет упрощения технологического процесса на складах сырья, повысить выход пиломатериалов, освободить большое количество работающих от тяжелого и неквалифицированного труда.

Интенсификация пиления древесины рамными и ленточными пилами может выполняться на трех уровнях.

Первый уровень - интенсификация пиления на действующем оборудовании с применением серийного инструмента. Она заключается в повышении качества подготовки пил и станка к работе, правильном выборе параметров пил, использовании средств контроля за качеством подготовки пил, повышении коэффициентов машинного и рабочего времени. Следовательно, первый уровень повышает техническую культуру на производстве.

Второй уровень - модернизация действующего лесопильного оборудования. У лесопильных рам нет согласования скоростей резания и подачи, несовершенны направляющие пыльной рамки, большая свободная длина пил (рис. 2, а). Введение в механизм подачи устройства согласования скоростей резания и подачи, применение новой конструкции направляющих пыльной рамки и аэростатических направляющих для пил (рис. 2, б) позволит повысить производительность действующих лесопильных рам, качество и выход пиломатериалов. Пилы ленточнопильных станков устанавливают в направляющих с зазором (рис. 3, а) и имеют малую жесткость. Ленточно-

пильные станки могут быть модернизированы за счет применения односторонних отжимных аэростатических направляющих для пил (рис. 3, б).

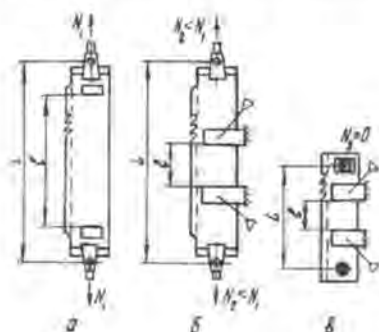


Рис. 2. Пути уменьшения свободной длины рамных пил в плоскости наибольшей L и наименьшей l жесткости за счет межпильных прокладок (а), направляющих для пил (б), направляющих для пил и уменьшения хода пил (в)

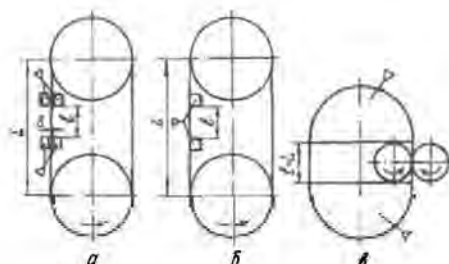


Рис. 3. Пути уменьшения свободной длины ленточных пил в плоскости наибольшей L и наименьшей l жесткости за счет двусторонних направляющих для пил, установленных с зазором (а), односторонних отжимных направляющих (б), криволинейных направляющих (в)

Третий уровень – создание лесопильного оборудования нового поколения, в котором должны быть максимально устранены недостатки, присущие лесопильному оборудованию.

При одновременном уменьшении длин l и L (см. рис. 2, а) можно создать быстроходную короткоходовую лесопильную раму с нерастянутыми «плавающими» пилами, совершающими движение в аэростатических направляющих. Применение нового узла резания позволит уменьшить габарит и металлоемкость лесопильной рамы в 2 раза, поднять ее производительность на 15...20 %, увеличить выход пиломатериалов на 1,5...2,0 % и повысить их качество. На основании изобретений (а. с. № 266188, 818859, 859153, 872257, 935265), конструктивных решений и исследований автора создан экспериментальный образец такой лесопильной рамы. Испытания подтвердили возможность и целесообразность использования лесопильных рам нового типа в лесопильном производстве. Узел резания экспериментальной лесопильной рамы с нерастянутыми «плавающими» пилами, совершающими движение в аэростатических направляющих, показан на рис. 4. При использовании направляющих для пил и применении коротких нерастянутых «плавающих» пил можно создать лесопильную раму (если можно такой станок назвать рамой) без пильной рамки (а. с. № 1113245).

Значительного повышения эффективности пиления древесины ленточными пилами можно достичь при использовании ленточнопильного станка с пилой, движущейся по криволинейным аэростатическим направляющим (см. рис. 3, в). Этот тип станка относится к ресурсосберегающему оборудованию, так как при его использовании повышается выход пилома-

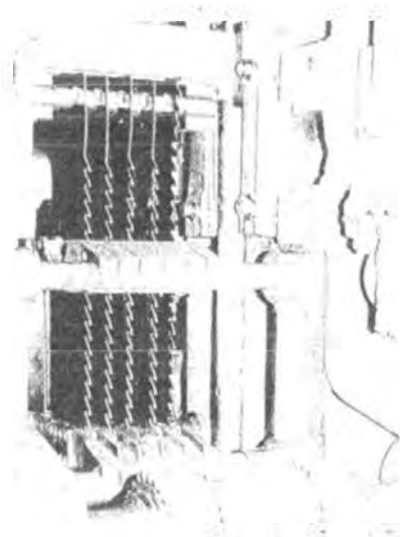


Рис. 4. Узел резания экспериментальной лесопильной рамы с нерастянутыми пилами, совершающими движение в аэростатических направляющих

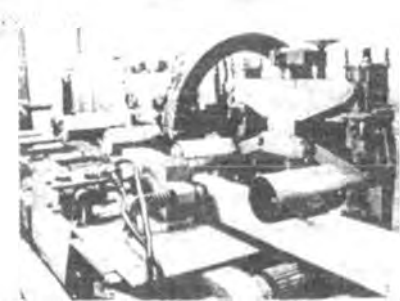


Рис. 5. Экспериментальный ленточнопильный станок с пилой, движущейся по криволинейным аэростатическим направляющим

териалов на 1...3 %, на 10...15 % снижаются энергозатраты на резание, уменьшается металлоемкость станка на 20...25 %, повышается долговечность пил в 15–20 раз, открывается возможность использовать ленточные пилы с зубьями, оснащенными твердым сплавом, упрощается технология изготовления станка, устраняется такой источник шума, как пильные шкивы.

На основании изобретений (а. с. № 408773, 1069992, 1724458, 1731632), технических решений и комплекса исследований автора созданы экспериментальные образцы ленточнопильного станка нового типа. Один из них показан на рис. 5. Производственные испытания экспериментальных образцов ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими подтвердили перспективность этого направления в совершенствовании ленточнопильного оборудования.

У ленточнопильного станка нового типа большое значение имеет надежность привода пилы. Возможны различные конструкции механизма привода [4], но наиболее простым и изученным является привод пилы с помощью фрикционных (пневматических) колес [8]. В приводе может быть одно, два, четыре и более приводных колес

в зависимости от высоты пропила, породы и гидротермического состояния древесины, типа станка. Методика определения основных параметров механизма привода пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими дана в работе [7].

При использовании привода с четырьмя приводными колесами для уменьшения свободной длины пилы l может быть использовано дополнительное направляющее устройство (а. с. № 1731632). Принципиальная схема узла резания ленточнопильного станка с криволинейными и дополнительными плоскими аэростатическими направляющими приведена на рис. 6. Применение дополнительного съемного направляющего устройства позволяет иметь свободную длину l , незначительно превышающую высоту про-

пила h (независимо от положения верхней криволинейной направляющей, определяемого габаритами механизма привода пилы).

Значительного роста эффективности лесопильного производства можно достичь при создании гибких автоматизированных лесопильных линий на базе многопильных ленточнопильных станков, состоящих из однопильных модулей, автоматически перенастраиваемых с учетом особенностей распиливаемого сырья. Распиловка блоком пил с большой скоростью подачи обеспечивает высокую производительность линии, малая ширина пропила, соответствие постава параметрам сырья (диаметру, сбегу, кривизне) и минимальное смещение оси постава относительно оси бревна – высокий выход пиломатериалов, отсутствие требований к точной сортировке бревен – механизацию и автоматизацию работы на складе сырья и повышение производительности труда на этом участке в несколько раз.

Для создания таких линий необходимо решить ряд вопросов. Основные из них следующие:

создать однопильные ленточнопильные модули, обеспечивающие высокую точность пиления, большую долговечность пил и имеющие малые габариты и металлоемкость;

создать средства позиционирования однопильных модулей, обладающие высокой точностью и быстродействием; создать технические средства, автоматически определяющие основные геометрические характеристики поступающего на распиловку сырья (диаметр, сбег, кривизну, смещение оси бревна относительно оси постава);

разработать оптимальные технологические схемы распиловки бревен с учетом их геометрических характеристик;

разработать и создать вычислительные и управляющие средства, перерабатывающие полученную информацию о характеристике поступающего на распиловку сырья, выбирающие оптимальную схему раскроя и дающие команды на управление позиционерами фрезерных и ленточнопильных модулей;

создать новые марки стали для ленточных пил, обеспечивающие высокую прочность полотен и износостойкость зубьев;

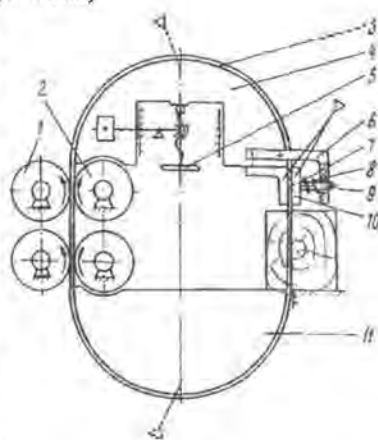


Рис. 6. Схема узла резания ленточнопильного станка с криволинейными и дополнительными плоскими аэростатическими направляющими: 1, 2 – приводные фрикционные колеса; 3 – ленточная пила; 4, 11 – соответственно верхняя и нижняя криволинейные аэростатические направляющие; 5 – механизм натяжения пилы; 6 – кронштейн; 7, 10 – соответственно коренная и прижимная дополнительные плоские аэростатические направляющие; 8 – пружина; 9 – направляющий стержень

повысить качество изготовления ленточных пил, прямолинейности задней кромки, равномерность твердости и напряженного состояния, уменьшить разнотолщинность;

создать типовые централизованные инструментальные участки, оснащенные современными станками для отладки ленточных пил и средствами контроля качества подготовки пил;

подготовить высококвалифицированные кадры для обслуживания оборудования, средств автоматики и отладки ленточных пил.

Для ликвидации отставания в этом направлении от стран с развитым лесопилением и выхода на передовые позиции необходимо все отмеченные вопросы решать системно, комплексно и быстро.

В качестве головного станка в таких линиях может быть использован многопильный станок, скомпонованный из однопильных ленточных модулей с криволинейными аэростатическими направляющими. Можно ожидать, что многопильные ленточнопильные станки с криволинейными аэростатическими направляющими будут иметь существенные преимущества перед многопильными ленточнопильными станками традиционной конструкции:

1) повышение точности пиления, так как у однопильных модулей в несколько раз меньше свободная длина пилы в плоскости наибольшей жесткости;

2) увеличение надежности работы станка, так как в несколько раз возрастает долговечность пил;

3) уменьшение массы и габаритных размеров;

4) снижение уровня шума, так как отсутствуют шкивы;

5) сокращение времени и повышение точности позиционирования однопильных модулей;

6) упрощение изготовления станка.

В качестве станков второго ряда могут быть использованы короткоходовые быстроходные лесопильные рамы с пилами, движущимися в аэростатических направляющих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. - Минск: Высш.шк., 1975.- 304 с. [2]. Прокофьев Г.Ф. Боковые силы, действующие на рамные пилы, и влияние их на точность пиления древесины //Лесн. журн.- 1991.- № 5. - С. 82-89.- (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Прокофьев Г.Ф., Ершов С.В., Короткова М.Л. К расчету совместного влияния смещения оси бревна и бруса относительно оси постава на выход пиломатериалов // Межвуз. сб. науч. тр./ЛТА.- СПб.- 1992.- С. 8-13. [4]. Прокофьев Г.Ф. Интенсификация пиления древесины рамными и ленточными пилами. -М.: Лесн. пром-сть, 1990.- 240 с. [5]. Прокофьев Г.Ф., Короткова М.Л. Влияние ширины пропила на объемный выход пиломатериалов, щепы и опилок // Комплексное использование древесины: Научн. тр./ЦНИИМОД.- 1994.- С. 24-33. [6]. Прокофьев Г.Ф. Определение влияния точности размеров пиломатериалов на их выход // Перспективные направления использования сырья и совершенствования продукции в лесопилении. Науч.

тр./ЦНИИМОД.- 1986.- С. 42-47. [7]. Прокофьев Г.Ф. Определение параметров механизма привода пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими направляющими // Лесн. журн.- 1991.- № 4.- С. 55-58.- (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Прокофьев Г.Ф., Ходерян Б.А. Привод пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэростатическими опорами // Проблемы интенсификации лесопильного производства: Науч. тр./ЦНИИМОД.- 1984.- С. 130-137.

Поступила 25 декабря 1995 г.

ИДК 674.048

Ю. А. ВАРФОЛОМЕЕВ, Е. Г. КОСТИНА
ЦНИИМОД

Варфоломеев Юрий Александрович родился в 1953 г., окончил в 1975 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, заведующий кафедрой инженерных конструкций и архитектуры АГТУ. Имеет около 200 научных трудов в области повышения эксплуатационной надежности деревянных конструкций и защитной обработки древесины экологически безопасными методами.



Костина Елена Геннадьевна родилась в 1969 г., окончила в 1991 г. Казанский государственный университет, кандидат биологических наук. Имеет 3 печатных труда в области экологических исследований влияния антисептиков для древесины на растения.



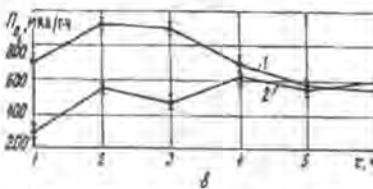
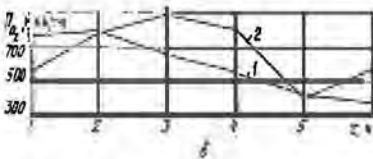
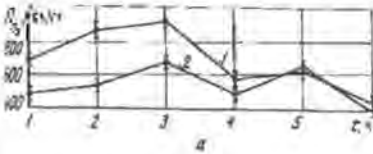
**ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТИСЕПТИКОВ
НА ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ГАЗООБМЕН РАСТЕНИЙ**

Установлено, что антисептик катан подавляет дыхание растений за счет ингибирования первого сегмента дыхательной цепи митохондрий и калиевой проницаемости мембран; действие К-12 обусловлено ингибированием гликолитической системы; ЭОК стимулирует дыхание опосредовано через увеличение проницаемости мембран для ионов.

It has been found out that such antiseptic as katan suppresses the plant respiration by inhibiting the first segment of respiration chain of mitochondriae and calium penetration of membranes; the action of K-12 is brought about by inhibiting the glycolitic system; EOK provides an indirect stimulation of respiration through increasing the membrane conductivity for ions.

В последние годы в связи с высокой экологической опасностью используемых антисептиков для древесины возникла потребность в разработке новых препаратов. В настоящей работе исследовано действие разработанных в ЦНИИМОДе бесхлорфенольных антисептиков для древесины на дыхательный газообмен растений. Дыхание является определяющим процессом жизнедеятельности, поставляющим клетке энергию, которая расходуется на клеточное деление, рост, развитие, размножение, разнообразные синтезы.

Исследованы антисептики К-12, катан и ЭОК. Биоактивность антисептика К-12 обусловлена, главным образом, ионами фтора. Антисептик катан содержит четвертичное аммониевое соединение, которое относится к катионным поверхностно-активным веществам (ПАВ). Известно, что мишенью ПАВ в клетке являются мембранные структуры. Антисептик ЭОК представляет собой смесь синтетических жирных кислот фракции C_5-C_9 .



Влияние антисептиков на потребление кислорода (Π_{O_2}) корневыми клетками: а — катан (0,001 %), б — ЭОК (0,01 %), в — К-12 (0,001 %); 1 — контрольный образец; 2 — обработанный антисептиком (τ — продолжительность обработки)

Для исследований были взяты 6-суточные проростки пшеницы сорта «Люба», выращенные на дистиллированной воде. Интенсивность потребления кислорода определяли манометрическим методом Варбурга. Навеску материала (150 мг) помещали в сосуды Варбурга с соответствующими растворами (3 мл) и после 10...15-минутного термостатирования измеряли потребление кислорода в течение 1 или 6 ч, снимая показания через каждый час. О выделении калия корневыми клетками судили по изменению его количества в инкубационной среде в сосудах Варбурга. Измерения проводили на пламенном фотометре марки ПФМ.

При исследовании динамики потребления кислорода отсеченными корнями отмечена фазность этого процесса. Представленные на рисунке данные показывают, что через 2...3 ч после отсечения корней интенсивность дыхания корневых клеток возрастает, затем постепенно снижается. В некоторых случаях через 5...6 ч инкубации корневой она становится ниже, чем в первый час.

При действии катана на отсеченные корни происходит значительное (более чем на 30 %) снижение потребления кислорода. Известно [2], что ряд фунгицидов (ватавакс, плантвакс и байлетон) в первые 2...3 ч также ингибируют дыхание корней на 30...40 %. Поскольку ингибирующий эффект проявляется сразу, можно предположить, что катан оказывает влияние непосредственно на митохондриальное дыхание, особенно на первый сегмент

дыхательной цепи – самый медленный и наиболее уязвимый. Широкий круг гидрофобных ксенобиотиков блокирует дыхание именно на этом участке цепи [3].

Другая причина снижения интенсивности дыхания при действии катана может быть связана с тем, что входящее в его состав соединение четвертичного аммония является эффективным блокатором калиевых каналов плазмалеммы. Действительно, при действии катана наблюдалось снижение в 2 раза выхода ионов калия из корней, тогда как ингибитор первого сегмента дыхательной цепи – ротенон, увеличивал выход ионов калия на 40 % (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние ротенона и катана на проницаемость
корневых клеток для ионов калия**

Опыт	Концентрация ионов K^+ , мкэкв/г, за промежуток времени, ч		
	1	2	6
Контроль	10,40	–	–
Ротенон ($1 \cdot 10^{-5}$ М)	16,60	–	–
Контроль	–	8,80	0,50
Ротенон (0,001 %)	–	4,90	0,25

Не исключено и двойное влияние катана на дыхание корней: ингибирование потребления кислорода через блокаду калиевых каналов и непосредственное действие на первый сегмент митохондриальной цепи переноса электронов.

При действии ЭОК на отсеченные корни снижается потребление кислорода на 30 % за первый час инкубации, затем дыхание возрастает и к третьему часу наблюдается стимуляция дыхания на 40 % (см. рисунок б) причем рН среды инкубации в течении опыта на фоне ЭОК изменялась от 6,9 до 5,8, концентрация ионов калия, равная 0,36 мкэкв/г, оставалась на уровне контроля (0,33 мкэкв/г).

Возрастание потребления кислорода и изменение рН среды инкубации связаны, на наш взгляд, с активацией ионтранспортирующих систем поверхностной мембраны клетки (протонных АТФаз).

Доказательством предположения об активации ионтранспортирующих систем поверхностной мембраны при действии ЭОК и возрастании при этом энергозатрат (увеличение интенсивности дыхания) являются опыты по ингибированию этих систем ионами серебра. Известно, что ионы серебра служат высокоспецифичными блокаторами протонных АТФаз [1]. Результаты показали, что стимуляция потребления кислорода при действии ЭОК предотвращается ионами серебра (табл. 2). По-видимому, ЭОК способствует активации дыхания клеток корней растений опосредованно через усиление активности транспортных систем мембраны (возможно протонных АТФаз).

При действии К-12 на отсеченные корни в первые три часа инкубации происходит подавление потребления кислорода на 40...60 % (см. рисунок в).

Таблица 2

Влияние ЭОК на поглощение кислорода корнями, преинкубированными в воде в течение 5 ч в присутствии ионов серебра

Опыт	Концентрация O ₂ , мкл/(г·ч), за 1 ч		Изменение концентрации O ₂ относительно контроля, %
	\bar{X}	σ	
Контроль	408	30	100
ЭОК (0,01 %)	512	6	125
ЭОК (0,01 %) + + AgNO ₃ (1·10 ⁻⁵ M)	355	47	87
AgNO ₃ (1·10 ⁻⁵ M)	375	17	92

Примечание. \bar{X} – среднее арифметическое; σ – среднеквадратическое отклонение.

Как показал аминокислотный анализ [4], при воздействии фторидов уменьшается только содержание аланина, что свидетельствует о ингибировании гликолиза и образовании пирувата, который является основой для синтеза аланина. В такой ситуации можно допустить, что К-12 ингибирует преимущественно гликолитическую часть окисления.

По данным [5], действие ионов фтора на дыхание не имеет простой связи с количеством этого иона в клетках – накопленное большое количество фтора может не оказывать влияния на дыхание. Основываясь на результатах исследований, можно сделать вывод, что действие ионов фтора зависит от способа ввода его в клетки. При многодневном медленном проникновении в клетки ионы фтора не действуют на дыхание или вызывают его стимуляцию, а при инфильтрации тканей раствором фторида подавляют дыхание. В наших экспериментах выращивание проростков опытных образцов растений на растворе К-12 приводило к незначительному подавлению дыхания (табл. 3).

Таблица 3

Поглощение кислорода корневыми клетками проростков пшеницы, выращенными на антисептике К-12

Опыт	Концентрация O ₂ , мкл/(г·ч), за 1 ч		Изменение концентрации O ₂ относительно контроля, %
	\bar{X}	σ	
Контроль	573	35	100
К-12	445	30	78

В ходе проведенных исследований установлено, что бесхлорфенольные антисептики катан и К-12 снижают потребление кислорода корнями растений. Снижение интенсивности дыхания корней при обработке катаном может быть связано с действием на первый сегмент дыхательной цепи митохондрий и блокированием калиевой проницаемости плазмалеммы. Подав-

ление интенсивности дыхания препаратом К-12 обусловлено, по-видимому, блокадой гликолитической системы. ЭОК стимулирует дыхание корней растений. Эта стимуляция предотвращается ингибитором АТФазных систем плазмалеммы – ионами серебра, что свидетельствует о модификации этим антисептиком пассивной проводимости мембран для ионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Лялин О.О., Ахмедов И.С., Ктиорова И.Н. Стимуляция и ингибирование электрогенеза плазмалеммы корневого волоска *Trianea bogotensis*//Тез. докл. совещания «Теоретические и экспериментальные вопросы процесса в сложных молекулярных и биологических системах».- Минск, 1981.- С. 37-38. [2]. Сафина-Осташевская Г.Ф., Гордон Л.Х. Действие фунгицидов на дыхательный газообмен корней пшеницы//Физиология растений.- 1984.- Т. 31, вып. 5.- С.896-900. [3]. В.П.Скулачев. Энергетика биологических мембран. - М.: Наука, 1989.- 564 с. [4]. Isomaa В. Interaction of surface active alcytrimetil ammonium salts with the erythrocyt membrane//Biochem. Pharmacol.- 1979.- Vol. 28.- P. 975. [5]. Wojtozak L. Effect of fatty acids and alcy-CoA on the permeability of mitoxondrial membranes to monovalent cation//FEBS Lett.- 1974.- Vol. 44.- P.- 25-30.

Поступила 26 января 1995 г.

УДК 674.053:621.334

С. В. ЕРШОВ

Архангельский государственный технический университет

Ершов Сергей Викторович родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации обработки экономической информации Архангельского государственного технического университета. Имеет более 50 печатных работ в области лесопиления, исследования круглых пил, маркетинга, инновационного менеджмента.



ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ НА КРИТИЧЕСКУЮ РАДИАЛЬНУЮ СИЛУ КРУГЛОЙ ПИЛЫ

Рассмотрено применение энергетического метода для изучения устойчивости к радиальным нагрузкам вращающихся круглых пил, показано влияние частоты вращения и начального напряженного состояния на величину критической радиальной силы.

The application of energetic method has been considered for studying the resistance of rotating circular saws to radial loads; the

influence of rotational speed and initial tensions on the value of ultimate radial force has been shown.

Анализируя работоспособность круглых пил, обычно рассматривают их динамическую устойчивость. Это понятие включает в себя устойчивость пилы к неравномерному нагреву и внешним нагрузкам при заданных начальном напряженном состоянии и частоте вращения. При потере пилой динамической устойчивости её параметры (температура нагрева, частота вращения, начальное напряженное состояние пилы и внешнее усилие), имеют предельные (критические) значения. Все эти величины взаимосвязаны, поэтому можно рассматривать только одну из них, учитывая действие остальных. Обычно это критическая частота вращения пилы и связанные с ней начальное напряженное состояние и неравномерный нагрев, влиянием внешних усилий пренебрегают [3]. Но для оценки работоспособности круглой пилы данных только о ее критической частоте вращения оказывается недостаточно. Иногда тонкая пила в зоне докритических частот вращения неработоспособна, поэтому, кроме этого параметра, для оценки работоспособности круглой пилы используют ее изгибную жесткость [2]. Обычно изгибная жесткость должна быть не менее 50 Н/мм, что дает пиле возможность эффективно сопротивляться внешним боковым силам. Такой метод оценки работоспособности пилы имеет два недостатка: необходимость использования сразу двух критериев и отсутствие явной связи с режимами пиления, что лишает возможности учитывать влияние размеров и породы распиливаемого материала, а также скорости подачи. Действительно, теория резания древесины позволяет определить радиальную P_R и окружную P_O составляющие силы резания. Боковая сила, регламентирующая требования к изгибной жесткости, будет зависеть от погрешностей установки пильного вала, правильности подготовки зубьев пилы и работы механизма подачи, т. е. от параметров, имеющих статистический характер.

Этих недостатков можно избежать, если за оценочный параметр принять критическое значение радиальной составляющей силы резания $P_R^{кр}$, определенное с учетом частоты вращения пилы. Выбранный параметр можно будет сравнивать с расчетным значением P_R , что дает возможность учитывать влияние режимов пиления. Такой подход не связан с традиционным пониманием динамической устойчивости пилы, которое сводится к изучению амплитуды и частоты ее вынужденных колебаний, а позволяет решать задачу устойчивости вращающегося диска к действию радиальной нагрузки. В связи с изложенным становится актуальным изучение зависимости критической радиальной силы круглой пилы от ее частоты вращения.

Воспользуемся вариационным принципом Остроградского – Гамильтона, согласно которому действительное движение системы выделяется из всех допустимых движений тем, что удовлетворяет условию экстремума интеграла

$$S = \int_{t_0}^{t_1} (T - U) dt, \quad (1)$$

где T, U - кинетическая и потенциальная энергия системы при ее заданных положениях в моменты времени t_0 и t_1 .

Будем использовать неподвижную в пространстве систему координат r, ψ , в которой пила вращается с угловой частотой ω (рис. 1).

Потенциальная энергия диска [4]

$$U = \frac{1}{2} D \int_{r_0}^R \int_0^{2\pi} \left[(\nabla w)^2 - 2(1 - \mu) \left[\left(\frac{1}{r} w_r + \frac{1}{r^2} w_{\psi\psi} \right) w_{rr} - \left(\frac{1}{r} w_{\psi\psi} \right)^2 \right] \right] r dr d\psi + \\ + \frac{1}{2} h \int_{r_0}^R \int_0^{2\pi} \left[\sigma_r w_r^2 + \sigma_\psi \left(\frac{w_\psi}{r} \right)^2 \right] r dr d\psi - U_p, \quad (2)$$

где D - цилиндрическая жесткость, $D = E h^3 / [12(1 - \mu^2)]$;

E - модуль упругости материала пилы;

h - толщина пилы;

μ - коэффициент Пуассона для материала пилы;

R - внешний радиус диска пилы;

r_0 - радиус зажимных шайб;

∇w - оператор Лапласа, $\nabla w = w_{rr} + w_r / r + w_{\psi\psi} / r^2$;

w - прогиб пилы;

σ_r, σ_ψ - радиальные и окружные напряжения в пиле;

U_p - работа, совершаемая силой P_R при деформации пилы [5] и $\psi = \psi_p$,

$$U_p = \frac{1}{2} P_R \int_{r_0}^R w_r^2 dr;$$

ψ_p - угловая координата точки приложения силы P_R .

Напряжения σ_r и σ_ψ равны сумме начальных напряжений, созданных проковкой или вальцеванием, и напряжений от центробежных сил инерции, пропорциональных квадрату угловой скорости ω :

$$\sigma_r = \sigma_0^r + \sigma_r^\omega = \sigma_r^i + \omega^2 R^2 \rho X(x);$$

$$\sigma_\psi = \sigma_\psi^y + \sigma_\psi^\omega = \sigma_\psi^i + \omega^2 R^2 \rho \Phi(x),$$

где x - безразмерная радиальная координата, $x = r/R$;

ρ - плотность материала пилы;

$X(x), \Phi(x)$ - функции от x [3].

Кинетическая энергия диска равна сумме энергий колебаний и вращения:

$$T = \frac{1}{2} \rho h \int_{r_0}^R \int_0^{2\pi} \left[(w_t^2)^2 + \omega^2 r \right] r dr d\psi. \quad (3)$$

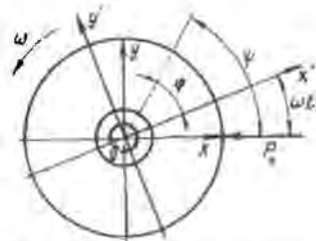


Рис. 1. Схема приложения нагрузки к вращающемуся диску пилы

Прогиб пилы в системе неподвижных координат (r, ψ) зависит от времени непосредственно и через координаты ψ (рис. 1), поэтому

$$\frac{dw}{dt} = w_1 + \omega w_\psi. \quad (4)$$

Будем рассматривать формы потери устойчивости, неподвижные в пространстве, поскольку постоянная по значению и положению сила R может привести к потере устойчивости только по этим формам. Тогда $w_t = 0$ и

$$T = \frac{\omega^2}{2} \rho h \iint (w_\psi^2 + r) r dr d\psi. \quad (5)$$

Для упрощения расчетов расположим силу P_R вдоль оси x ($\psi_p = 0$). В этом случае форма потери устойчивости будет симметрична относительно этой оси и ее можно представить в виде суммы следующих координатных функций:

$$w = R \left[\frac{a_0}{2} u_0(x) + \sum_{\lambda=1}^n a_\lambda u_\lambda(x) \cos(\lambda\psi) \right], \quad (6)$$

где a_λ - неопределенные коэффициенты;

$u_\lambda(x)$ - функция от x [1],

$$u_\lambda(x) = R(x-c)^2(1 + f_\lambda x + g_\lambda x^2); \quad (7)$$

c - безразмерный радиус защемления пилы шайбами, $c = r_0/R$;

f_λ, g_λ - коэффициенты, определяемые из условия удовлетворения $w(x)$ граничным условиям на внешней границе диска;

λ - число узловых диаметров.

Подставляя выражение (6) в (1) и выполняя условия экстремума ($dS/da_\lambda = 0$), получаем систему $(n+1)$ уравнений относительно коэффициентов a_λ :

$$a_\lambda \left[h_\lambda + z_\lambda - \Omega^2 (\lambda^2 y_\lambda - q_\lambda) \right] - \frac{P_R R}{D} \sum_{k=0}^n a_k b_{\lambda k} = 0, \quad (8)$$

где $h_\lambda = \pi \int_c^1 \left[\left(u_{\lambda,x} + \frac{u_{\lambda,x}}{x} - \frac{\lambda^2 u_\lambda}{x^2} \right)^2 - 2(1-\mu) \left[\left(\frac{u_{\lambda,x}}{x} - \frac{\lambda^2 u_\lambda}{x^2} \right) u_{\lambda,xx} - \left(\frac{u_{\lambda,x}}{x} \right)_x^2 \right] \right] x dx$;

$$z_\lambda = \frac{\pi h R^2}{D} \int_c^1 \left[\sigma_r(x) u_{\lambda,r}^2 + \sigma_\psi(x) \frac{\lambda^2 u_\lambda^2}{x^2} \right] x dx$$
;

$$\Omega^2 = \frac{\omega^2 R^4 \rho h}{D}$$
;

$$y_\lambda = \pi \int_c^1 u_\lambda^2 x dx$$
;

$$q_\lambda = \pi \int_c^1 \left[X(x) u_{\lambda,x}^2 + \Phi(x) \frac{\lambda^2 u_\lambda^2}{x^2} \right]^2 dx;$$

$$b_{\lambda,k} = \int_c^1 u_{\lambda,x} u_{k,x} dx;$$

$$\lambda = 0, 1, 2, \dots, n.$$

Эта система эквивалентна матричному уравнению

$$\left(\bar{H} - \frac{P_R R}{D} \bar{B} \right) \bar{A} = 0, \quad (9)$$

где \bar{H} , \bar{B} - матрицы порядка $n + 1$;

\bar{A} - вектор столбца из коэффициентов a_λ .

Уравнение (9) может иметь решение только в том случае, когда его главный определитель равен нулю:

$$\left| H - \frac{P_R R}{D} B \right| = 0.$$

Это возможно только при определенных значениях множителя $P_R R/D$, равных собственным значениям матрицы HB^{-1} и соответствующих им значениям $P_R^{кр}$. Из значений $P_R^{кр}$ нас интересует только наименьшее. Соответствующий собственный вектор уравнения (8) будет состоять из коэффициентов a_λ , подстановка которых в уравнение (6) даст формулу потери диском устойчивости.

Уравнение (8) содержит коэффициенты z_λ , зависящие от начальных напряжений в пиле. Их можно определять используя частоты собственных колебаний пилы [3].

При колебаниях невращающегося диска, имеющего начальные напряжения, потенциальная энергия выражается формулой (3) при $P_R = 0$. Кинетическая энергия равна энергии поперечных колебаний и при гармонической зависимости прогиба пилы в процессе колебаний от времени $w_k = w \sin(pt)$ описывается формулой

$$T = \frac{R^2 \rho h p^2 \cos^2(pt)}{2} \int_c^1 \int_0^{2\pi} w^2 x dx d\psi, \quad (10)$$

где p - круговая частота колебаний по форме с λ узловыми диаметрами,

$$p = 2\pi v;$$

v - частота колебаний, Гц.

Подставляя выражения (10) и (3) в (1) и выполняя условия экстремума ($ds / da_\lambda = 0$), получаем систему уравнений

$$h_\lambda + z_\lambda - \frac{p^2 R^2 \rho h}{D} y_\lambda = 0. \quad (11)$$

Уравнения (11) имеют решения только при фиксированных значениях p . Поэтому в уравнении (8) можно использовать выражение

$$h_{\lambda} + z_{\lambda} = (4\pi^2 v_{\lambda}^2 \rho h / D) y_{\lambda}. \quad (12)$$

Из формулы (8) видно, что частота вращения оказывает влияние на критическую радиальную силу круглой пилы. Для примера приведем результаты расчета влияния частоты вращения на критическую радиальную силу для двух пил диаметром 800 мм, толщиной 3,2 мм, установленных в шайбы диаметром 160 мм. Первая пила имеет начальные напряжения, близкие к нулевым, а вторая до установки в шайбы – близкие к критическим. Частоты собственных колебаний этих пил взяты из работы [3]. Приведенные на рис. 2 графики показывают, что влияние частоты вращения на критическую радиальную силу круглой пилы напоминает ее влияние на изгибную жесткость той же пилы [2]. Для невращающейся пилы проковка снижает критическую радиальную силу. С увеличением частоты вращения критическая радиальная сила прокованной пилы сначала возрастает, достигая максимального значения, и затем уменьшается до нуля при минимальной критической частоте вращения, а для непрокованной пилы только уменьшается, приближаясь к нулю.

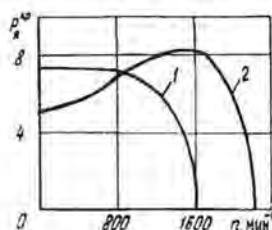


Рис. 2. Влияние частоты вращения на критическую радиальную силу круглой пилы: 1 - без начальных напряжений; 2 - прокованной до критического состояния

Приведенный пример показывает, что частота вращения круглой пилы оказывает существенное влияние на ее критическую радиальную силу. Хотя критическая радиальная сила невращающейся круглой пилы обычно намного превосходит величину радиальной составляющей силы резания, при рабочей частоте вращения она может уменьшаться до значения, соизмеримого с этой величиной, что приводит к потере устойчивости пилы. Однако вопрос об использовании P_R^{kp} в качестве критерия при оценке работоспособности круглых пил требует рассмотрения более широкого круга факторов, связанных как с пилой, так и с процессом резания древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Жодзишский Г.А. Влияние начальных напряжений от проковки и неравномерно нагрева на частоты свободных колебаний вращающихся круглых пил // Науч. тр. ЛТА.- 1959.- Вып.83. - С.238-253. [2]. Стахийев Ю.М., Ершов С.В. Максимально допустимая, оптимальная и универсальная частоты вращения круглой пилы // Лесн. журн.- 1990.- № 4.- С.66-70.- (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Стахийев Ю.М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил.- М.: Лесн. пром-сть, 1977.- 296 с. [4]. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки.- М.: Физматгиз, 1963.- 635 с. [5]. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем.- М.: Гостехиздат, 1955.- 567 с. [6]. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление.- М.: Наука, 1969.-423с.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.164.023.12

Г. А. ПАЗУХИНА, М. В. ТЕПЛОУХОВА

С.-Петербургская лесотехническая академия
Пермский государственный технический университет

Пазухина Галина Александровна окончила Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор кафедры целлюлозно-бумажного производства С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет около 150 научных трудов в области разработки экологически надежных и экономически целесообразных способов получения целлюлозы с применением органических растворителей, перекисных соединений и биологических агентов.



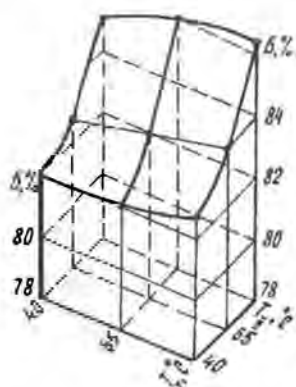
Теплоухова Марина Владимировна родилась в 1963 г., окончила в 1986 г. Пермский политехнический институт, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры целлюлозно-бумажного производства Пермского государственного технического университета. Имеет 10 печатных трудов в области отбеливания целлюлозы.

ОТБЕЛКА ОРГАНОСОЛЬВЕНТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ
КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИМИ РЕАГЕНТАМИ

Показано, что четырехступенчатые схемы отбеливания органосольвентной целлюлозы перуксусной кислотой, пероксидом водорода и диоксидом хлора позволяют получать полуфабрикат с белизной от 82 до 90 % при низких потерях целлюлозы и хороших показателях механической прочности продукта.

It has been shown that four-step bleaching scheme for organosolvent pulp by peracetic acid, hydrogen peroxide and chlorine dioxide allows to obtain semifinished product with whiteness ranging from 82 to 90 % under low losses of pulp and good indices of mechanical strength for the product.

В предыдущих сообщениях [1, 2] приведены результаты исследования по разработке схемы отбеливания осинового органосольвентной целлюлозы. Предложенная схема ПК-П-ПК-П-УК (ПК – обработка перуксусной кислотой, П – отбеливание пероксидом водорода, УК – обработка уксусной кислотой), включающая применение на обеих ступенях обработки перуксусной кислотой с температурой 40 и 90 °С, позволила при небольших потерях получить



Влияние температуры обработки перексусной кислотой на конечную белизну целлюлозы (T_I — температура первой ступени обработки; T_{II} — температура второй ступени обработки; B — белизна)

целлюлозу с белизной 82 и 86 % соответственно и хорошими показателями механической прочности.

Данное исследование посвящено совершенствованию разработанной схемы отбеливания органосольвентной целлюлозы. В связи с этим было продолжено изучение влияния температуры обработки целлюлозы перексусной кислотой на обе ступени отбеливания на показатели белизны целлюлозы. Обработку проводили при температуре 40, 65 и 90 °С и продолжительности 60, 40 и 15 мин соответственно. Другие условия обработки целлюлозы были аналогичны использованным ранее [1, 2].

Как видно из рисунка и табл. 1, повышение температуры первой ступени обработки перексусной кислотой от 40 до 65 и 90 °С и применение на второй ступени температуры 40 °С приводит к незначительному (на 0,5 %) возрастанию белизны, снижению степени полимеризации и увеличению (с 5,4 до 6,5 %) потерь целлюлозы.

Таблица 1

Влияние температуры обработки перексусной кислотой на показатели целлюлозы, отбеленной по схеме ПК-П-ПК-П-УК

Схема	Температура обработки перексусной кислотой, °С		Показатели целлюлозы		
	на первой ступени	на второй ступени	Потери целлюлозы при отбеливке, % от небеленой целлюлозы	Степень полимеризации	Белизна, %
1	40	40	4,5	1250	82,0
2	65	40	5,8	1150	82,1
3	90	40	6,5	1010	82,5
4	40	65	5,8	1105	82,8
5	65	65	6,1	1080	83,3
6	90	65	6,6	970	83,9
7	40	90	6,0	1050	85,1
8	65	90	6,4	980	86,0
9	90	90	6,8	930	86,3

Повышение температуры второй ступени обработки целлюлозы перексусной кислотой при любых значениях температуры первой ступени обеспечивает значительный прирост белизны (до 4,0 %). При этом белизна целлюлозы выше 85,0 % достигается только при применении на второй ступени отбеливания перексусной кислоты с температурой 90 °С (см. рисунок). Максимальная белизна целлюлозы (86,3 %) была получена при проведении обеих ступеней обработки перексусной кислотой при температуре 90 °С. Близкие значения белизны целлюлозы (86,0 %), но при меньших ее потерях (на 0,4 %) и сохранении более высокой степени полимеризации обеспечива-

ет схема 8 (табл. 1). Кроме того, уменьшение температуры обработки перуксусной кислотой на первой ступени с 90 до 65 °С позволяет снизить расход энергии на нагрев массы. Поэтому для достижения белизны 86,0 % целесообразно проводить первую ступень отбелки целлюлозы перуксусной кислотой при температуре 65 °С, вторую – при 90 °С. Продолжительность отбелки соответственно 40 и 15 мин.

Показатели механической прочности целлюлозы, отбеленной по схеме 8 (2-я строка из табл. 2) незначительно уступают соответствующим показателям целлюлозы, полученной по схеме 1 (строка 1 из табл. 2) и отвечают требованиям ГОСТ 28172 для марки ЛС-2 из смеси лиственных пород.

Таблица 2

Показатели органосольVENTных образцов, отбеленных по различным схемам

Схема	Выход, % от небеле- ной цел- люлозы	Степень полиме- ризации	Белизна, %	Реверсия белизны	Разрыв- ная дли- на, м	Сопротивление	
						излому, ч. дв. п.	продав- ливанию, кПа
1	94,6	1250	82,0	1,43	7600	420	320
2	93,6	980	86,0	1,35	7400	320	310
3	93,6	1100	87,8	1,17	7100	310	300
4	93,5	1040	90,4	1,11	7200	330	320

Примечание. Условия обработки: схема 1 – ПК (40 °С)–П–ПК (40 °С)–П–УК; схема 2 – ПК (65 °С)–П–ПК (90 °С)–П–УК; схема 3 – ПК (65 °С)–П–ПК (90 °С)–П*УК; схема 4 – ПК (65 °С)–П–ПК (90 °С)–П*УК*Д (Д – диоксид хлора; «–» – наличие промывки целлюлозы между ступенями отбелки, «–» ее отсутствие).

Для дальнейшего повышения белизны целлюлозы по окончании последней ступени отбелки пероксидом водорода перуксусную кислоту в количестве 0,5 % от массы целлюлозы вводили без промежуточной промывки. Это сопровождалось снижением рН среды с 10,0 до 5,0. Отбелка целлюлозы перуксусной кислотой проходила при концентрации массы 9 %, температуре 80 °С и продолжительности 15 мин. Из табл. 2 видно, что обработка целлюлозы на последней ступени отбелки перуксусной кислотой (строка 3) повысила ее белизну на 1,8 %. Завершение процесса отбелки в слабокислой среде (рН 5) позволило исключить последующую кисловку целлюлозы уксусной кислотой без ухудшения стабильности белизны (реверсия белизны 1,17). Показатели механической прочности этих образцов были на уровне показателей целлюлозы, отбеленной по схеме 8, и соответствовали требованиям марки ЛС-1 (первый сорт). Достоинством разработанной схемы является отсутствие промежуточной промывки целлюлозы между ступенями отбелки пероксидом водорода и перуксусной кислотой, что позволяет уменьшить капитальные затраты, экономить электроэнергию и пар на нагрев массы, сократить время пребывания целлюлозы в отбельном цехе.

Достичь белизны целлюлозы 90,4 % оказалось возможным за счет введения на последней ступени отбелки диоксида хлора непосредственно в массу без промывки после ее обработки пероксидом водорода и перуксус-

ной кислотой (строка 4 из табл. 2). Условия добелики целлюлозы диоксидом хлора: температура – 80 °С, продолжительность – 120 мин, расход диоксида хлора – 0,3 % от массы целлюлозы, концентрация массы – 8 %. Показатели качества беленой целлюлозы удовлетворяют требованиям ГОСТ 28172 к первому сорту марки ЛС-0.

Таким образом, разработанные схемы отбелики позволяют получать полуфабрикат с белизной от 82,0 до 90,0 % при низких потерях целлюлозы (5,4...6,5 %). Для всех образцов беленой целлюлозы получены близкие и достаточно высокие показатели механической прочности.

Следует отметить, что первые три схемы (табл. 2) являются весьма перспективными для отбелики органосольвентной целлюлозы, так как полностью исключают применение хлорсодержащих соединений и требуют небольших расходов отбеливающих реагентов на 1 т воздушно-сухой целлюлозы: схемы 1 и 2 – 15,4 кг перуксусной кислоты и 35,2 кг пероксида водорода. Добелка целлюлозы диоксидом хлора (расход 2,6 кг на 1 т воздушно-сухой целлюлозы) обеспечивает получение беленого полуфабриката с белизной 90,4 % без использования элементарного хлора. Выбор схемы и условия проведения отдельных ступеней отбелики зависят от требований, предъявляемых к беленой целлюлозе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Пазухина Г.А., Теплоухова М.В., Хакимова Ф.Х. Делигнификация органосольвентной целлюлозы перуксусной кислотой и пероксидом водорода на ранних стадиях отбелики //Лесн. журн.- 1994.- № 5-6. - С. 32-36.- (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Пазухина Г.А., Теплоухова М.В., Хакимова Ф.Х. Отбелика щелочной органосольвентной целлюлозы из осины перуксусной кислотой и пероксидом водорода //Лесн. журн.- 1994.- № 5-6. - С. 37-40.- (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 2 апреля 1997 г.

УДК 676.16.023.11

Ф. Х. ХАКИМОВА, Д. Р. НАГИМОВ, Т. Н. КОВТУН

Пермский государственный технический университет



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 130 научных трудов в области теории и технологии целлюлозы.

Нагимов Дамир Равильевич родился в 1964 г., окончил в 1987 г. Пермский политехнический институт, старший преподаватель кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Пермского государственного технического университета. Имеет более 20 научных трудов в области отбелки сульфитной целлюлозы с сокращенным расходом хлорсодержащих соединений и по бесхлорным технологиям.



БУМАГООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА СУЛЬФИТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ОТБЕЛЕННОЙ ПО БЕСХЛОРОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Изучены бумагообразующие свойства сульфитной целлюлозы, отбеленной пероксидом водорода по схеме Пд-К-П-К.

Paper-forming properties of sulphite pulp bleached by hydrogen peroxide according to the Pd-A-P-A scheme have been investigated.

Отбелка целлюлозы по традиционным схемам с использованием элементарного хлора и хлорсодержащих соединений вызывает попадание в окружающую среду канцерогенных хлорорганических соединений. Экологически безопасной считается окислительная отбелка целлюлозы кислородом, озоном и пероксидом водорода. Технологически наиболее удобным для внедрения в промышленность является пероксид водорода.

Ранее нами была показана принципиальная возможность отбелки сульфитной целлюлозы средней жесткости только пероксидом водорода по схеме Пд-К-П-К. В настоящей работе приведены результаты исследования бумагообразующих свойств целлюлозы, отбеленной по этой схеме (схема 1).

Для эксперимента использовали промышленную сульфитную целлюлозу жесткостью 75 п. ед., отбеленную по бесхлорной технологии. (Условия обработки (табл. 1) на различных ступенях разработаны на кафедре ТЦБП Пермского государственного технического университета.) Для сравнения проведена отбелка целлюлозы по традиционной для сульфитной целлюлозы схеме X-Щ-X-Щ-Г-Г-К (схема 2). Условия отбелки по этой схеме приняты из технологического регламента Камского ЦБК.

Данные по изменению химического состава и физико-механических свойств целлюлозы, отбеленной по этим схемам, приведены в табл. 2.

По обеим схемам целлюлоза отбелена до одинаковой белизны – 84 %, однако по жесткости образцы различаются существенно: после отбелки только пероксидом водорода жесткость выше, чем после отбелки по схеме 2, так как хлор и гипохлорит обеспечивают достаточно полную делигнификацию целлюлозы, а пероксид водорода – относительно слабую.

Таблица 1

Условия отбелки целлюлозы по схеме 1

Ступень отбелки	Концентрация массы, %	Расход химикатов, % от волокна			Температура, °С	рН	Продолжительность, мин
		H ₂ O ₂	NaOH	Na ₂ SiO ₃			
Пд	8	2,0	3,0	0,5	85...90	12,0...12,5	90
П	8	2,0	1,5	3,0	70...75	10,0...10,5	120
К	5	—	—	—	≈20	4,5...5,5	30

Таблица 2

Изменения физико-химических показателей сульфитной целлюлозы при отбелке

Показатели	Значения показателей для целлюлозы		
	небеленой	беленой по схеме	
		1	2
Расход на отбелку:			
пероксида, % абс. сухой целлюлозы	—	4,0	—
активного хлора, ед. акт. хлора	—	—	5,7
Выход беленой целлюлозы, % от небеленой	—	95,0	92,5
Степень провара, п. ед.	75	35	5
Массовая доля в целлюлозе, %:			
лигнина	4,3	1,5	0,5
смола и жиров	2,55	0,86	1,45
Белизна, %	62	84	84
Реверсия белизны	—	1,02	1,35
Растворимость в цинкате натрия, %	28,8	17,0	30,6
Медное число, г/100 г целлюлозы	1,27	0,86	1,20
Водоудерживающая способность (25 °ШР), %	620	680	540
Обезвоживаемость (25 °ШР), с	21	20	22
Показатели механической прочности (60 °ШР, 75 г/м ²):			
а) нулевая разрывная длина, м	10 020	9 400	8 100
б) разрывная длина, м	8 700	8 000	7 100
в) сопротивление:			
излому, ч. д. п.	1 180	750	600
продавливанию, кПа	370	360	310
раздиранию, мН	400	320	260
Силы связи между волокнами, Н/мм ²	0,69	1,03	0,95

Выход целлюлозы, отбеленной по схеме 1, выше на 2,5 %, чем по схеме 2. Объясняется это как меньшей делигнификацией целлюлозы при отбелке пероксидом, так и меньшей ее деструкцией. Подтверждением этому являются более высокие показатели механической прочности у целлюлозы, отбеленной по схеме 1. На более мягкое окислительное воздействие пероксида водорода по сравнению с хлором и гипохлоритом указывают и другие показатели. Целлюлоза, отбеленная по схеме 1, отличается меньшими растворимостью (характеризующей содержание окисленных и низкомолекулярных фракций углеводной части целлюлозы) в цинкате натрия, реверсией белизны и значением медного числа.

Одним из важнейших преимуществ отбелки пероксидом водорода является существенное снижение содержания в целлюлозе смол и жиров. Таким образом, одновременно решается серьезнейшая проблема сульфит-целлюлозного производства – устраняются смоляные затруднения.

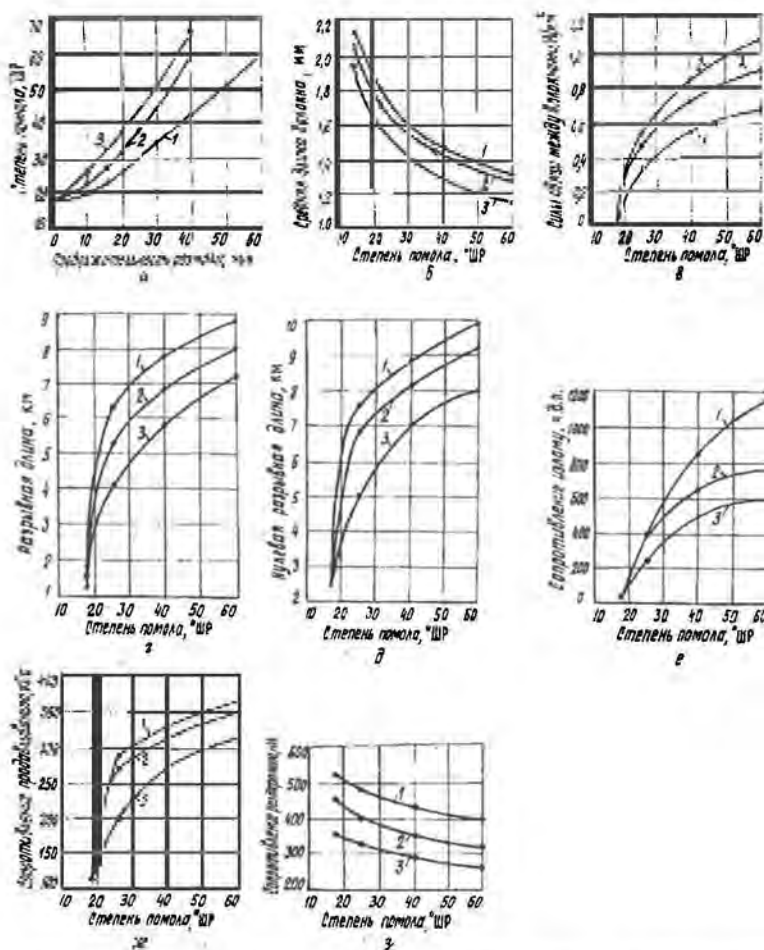
Использованная для отбелки целлюлоза имела высокие показатели механической прочности. В результате отбелки по традиционной схеме они существенно снизились, тогда как с пероксидом водорода снижение было незначительное. Это объясняется, вероятно, тем, что при отбелке по схеме 1 прочность волокна уменьшилась мало (нулевая разрывная длина снизилась на 600 м), а межволоконные силы связи возросли. Поэтому разрывная длина и сопротивление продавливанию в процессе отбелки пероксидом водорода остались почти на уровне соответствующих показателей небеленой целлюлозы, уменьшилась только прочность целлюлозы на излом. Отбелка по схеме 1 не ухудшила обезвоживаемость целлюлозы и лишь незначительно повысила ее водоудерживающую способность, в то время как отбелка по традиционной схеме несколько улучшила последний показатель.

Результаты исследования бумагообразующих свойств сравниваемых образцов целлюлозы представлены на рисунке.

Приведенные данные показывают, что труднее всех размалывается небеленая целлюлоза, несколько легче – целлюлоза, отбеленная пероксидом водорода, и еще легче – целлюлоза, отбеленная с использованием хлора и гипохлорита. Это соответствует содержанию лигнина в сравниваемых образцах целлюлозы. Более трудная размалываемость целлюлозы, отбеленной пероксидом водорода, подтверждает сказанное выше о меньшей окислительной деструкции целлюлозы в процессе отбелки по сравнению с отбелкой хлорсодержащими реагентами, т. е. о сохранении большей доли высокомолекулярных фракций, затрудняющих размол целлюлозы. Согласуется это и с показателями средней длины волокна сравниваемых образцов.

Характер изменения кривых межволоконных сил связей одинаков для всех образцов, но наиболее низки значения этих показателей для небеленой целлюлозы. Вероятно, это связано с тем, что лигнин снижает межволоконные силы связей. Образцы, отбеленные по схеме Пд–К–П–К, имеют более высокие значения этого показателя, хотя содержание лигнина в нем больше, чем в образце, отбеленном с применением хлора и гипохлорита. Это можно объяснить большим сохранением в процессе отбелки пероксидом водорода не только лигнина, но и углеводной части целлюлозы, о чем свидетельствует и более низкая растворимость в цинкате натрия.

Анализ кривых показывает, что все показатели механической прочности целлюлозы, отбеленной пероксидом водорода, значительно превосходят соответствующие показатели целлюлозы, отбеленной хлорсодержащими реагентами, не только при степени помола 60 °ШР, но и при 25...28 °ШР, в композиции массовых видов бумаги. Причем при 25...28 °ШР они отличаются в 1,3 – 1,5 раза.



Изменение в процессе размола бумагообразующих свойств небеленой (1) и отбеленной по схемам Пд-К-П-К (2) и X-Щ-X-Щ-Г-Г-К (3) целлюлозы: а – степень помола; б – средняя длина волокна; в – силы связи между волокнами; г – разрывная длина; д – нулевая разрывная длина; е – сопротивление излому; жс – сопротивление продавливанию; з – сопротивление раздиранию

Таким образом, окислительная отбелка сульфитной целлюлозы пероксидом водорода по схеме Пд-К-П-К позволяет получить беленую целлюлозу более высокого выхода как за счет более слабой делигнификации, так и меньшей деструкции целлюлозы. При этом показатели механической прочности целлюлозы в процессе отбелки снижаются незначительно, одновременно устраняются смоляные затруднения.

Поступила 27 августа 1996 г.

УДК 66.095.11

М.М. ЧЕМЕРИС, Н.П. МУСЬКО, Б.Н. САЛИН, О.Л. МАЛИКОВА, Н.А. ЧЕМЕРИС

НИИ древесных термопластиков при Алтайском государственном университете
Алтайский государственный университет

Чемерис Михаил Матвеевич родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Томский политехнический институт, кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии переработки полимеров и эластомеров Алтайского государственного университета. Имеет около 80 научных трудов в области химии древесины и ее основных компонентов.



Мусько Нина Павловна родилась в 1956 г., окончила в 1979 г. Алтайский государственный университет, ст. научный сотрудник НИИ древесных термопластиков при Алтайском государственном университете. Имеет около 30 научных трудов в области химии древесины и ее основных компонентов.



Салин Борис Николаевич родился в 1959 г., окончил в 1982 г. Алтайский государственный университет, кандидат химических наук, директор НИИ древесных термопластиков при Алтайском государственном университете. Имеет около 60 научных трудов в области химии древесины и ее основных компонентов.



Маликова Ольга Леонардовна родилась в 1958 г., окончила в 1979 г. Алтайский государственный университет, инженер кафедры органической химии Алтайского государственного университета. Имеет 10 научных публикаций в области химии древесины и ее основных компонентов.



Чемерис Надежда Андреевна родилась в 1946 г., окончила в 1970 г. Сибирский технологический институт, кандидат химических наук, доцент кафедры общей, неорганической и аналитической химии Алтайского государственного университета. Имеет около 50 научных трудов в области химии древесины и ее основных компонентов.



АЦИЛИРОВАНИЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ АНГИДРИДАМИ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Изучена реакция ацилирования лигноцеллюлозных материалов ангидридами карбоновых кислот в среде трифторуксусной кислоты; отработаны условия получения высокозамещенных ацилированных лигноцеллюлозных материалов, растворимых в органических растворителях.

The acylation reaction of lignocellulose materials by anhydrides of carboxylic acids in trifluoroacetic acid medium has been studied; the conditions of obtaining high-substituted acylated lignocellulose materials, soluble in organic solvents have been worked out.

Древесина как источник сырья применяется давно и потребление ее продолжает непрерывно расширяться. При этом проблема рационального и эффективного использования древесного сырья остается открытой. В связи с этим, в последнее время ведутся исследования, направленные на разработку принципиально новых подходов к химической переработке лигноцеллюлозных материалов, предусматривающих получение целевых продуктов непосредственно из древесины.

Одним из перспективных методов химической модификации древесины является метод ацилирования. При поверхностном ацилировании лигноцеллюлозного сырья улучшаются его эксплуатационные свойства. Ацилированные материалы приобретают стабильность по размерам при изменении влажности и устойчивость к повреждению микроорганизмами, дерево-разрушающими грибами и насекомыми [4, 6, 9].

Большой интерес представляют исследования в направлении глубокого ацилирования растительного сырья, сопровождающегося изменением морфологической структуры древесины и позволяющего получать продукты с комплексом важных для последующей переработки свойств (растворимость, термопластичность, сорбционная и адгезионная способность) [10-12]. Ацилированную древесину можно использовать для выделения эфиров целлюлозы или в качестве связующего взамен фенолформальдегидных смол.

На наш взгляд, эффективным органическим растворителем для проведения глубокой химической модификации растительного сырья является трифторуксусная кислота (ТФУК), которая разрушает структуру древесного комплекса [1], а также сочетает свойства растворителя целлюлозы [8] и ее производных со свойствами катализаторов реакции этерификации гидроксилсодержащих соединений [2, 3]. Это послужило предпосылкой для разработки методов глубокого ацилирования лигноцеллюлозных материалов (ЛЦМ) в среде ТФУК.

Для исследований использовали измельченную древесину хвойных и лиственных пород, выдержанную в эксикаторе над хлористым кальцием в течение недели.

Навеску исходного ЛЦМ, взвешенную с точностью до 0,02 г, помещали в круглодонную колбу. Ацилирующую смесь, содержащую ангидрид карбоновой кислоты и трифторуксусную кислоту, готовили в отдельной колбе и выдерживали в термостате при температуре реакции в течение 20 мин. Навеску ЛЦМ заливали полученной ацилирующей смесью, колбу помещали в термостат и перемешивали необходимое время. Продукты ацилирования выделяли добавлением 15...20 мл осадителя при интенсивном перемешивании. Осадок отфильтровывали на стеклянном фильтре Шотта, отмывали от кислот водой или органическим растворителем. Фильтр с продуктами реакции сушили до постоянного веса и взвешивали.

При взаимодействии ЛЦМ с ацилирующей смесью атомы водорода гидроксильных групп компонентов древесины замещаются на ацильные остатки карбоновых кислот. При этом происходит разрыв связей между основными компонентами древесины с последующим растворением их в реакционной смеси.

Протекание реакции ацилирования древесины подтверждается данными ИК-спектроскопии и функциональным анализом. Сравнение ИК-спектров исходной и ацилированной древесины свидетельствует о том, что при ацилировании наблюдается значительное уменьшение интенсивности и нарушение симметрии полосы поглощения в области $3600...3400\text{ см}^{-1}$, соответствующей гидроксильным группам. Изменяется вид полосы в области валентных колебаний связи С–Н (3280 см^{-1}). Появление новой полосы поглощения в области 2970 см^{-1} связано с увеличением количества метильных групп в обработанной древесине. В спектре ацилированной древесины наблюдается сильное увеличение интенсивности полос при 1740 см^{-1} , 1370 см^{-1} , 1220 см^{-1} и 600 см^{-1} , что однозначно указывает на большое количество сложнэфирных групп в продукте; отсутствует полоса поглощения при 1780 см^{-1} , относящаяся к колебаниям трифторацетильной группы и сохраняются пики при 1600 см^{-1} , 1500 см^{-1} и 1450 см^{-1} , характерные для ароматических соединений.

Основные закономерности реакции этерификации древесины ацилангидридами были изучены на примере процесса ацелирования. Полученные результаты представлены в табл. 1–4.

Как видно из табл. 1, максимальный выход ацилированных продуктов из древесины осины получается при расходе уксусного ангидрида (Ac_2O) 1,50...2,15 м. ч. на 1 м. ч. ЛЦМ. Снижение расхода уксусного ангидрида до 1,20 м. ч. или увеличение свыше 2,15 м. ч. приводит к понижению выхода ацелированной древесины. Дальнейшие исследования проводили при расходе ангидрида в смеси 2,15 м. ч. на 1 м. ч. древесины.

Древесина инертна к действию органических растворителей, однако при ее ацилировании образуются продукты, которые частично или полностью растворяются в большом числе растворителей. Это объясняется тем, что замещение водорода в гидроксильных группах компонентов древесины объемными ацильными радикалами вызывает разрыв водородных связей и

ослабление межмолекулярных сил. Из всех изученных растворителей более эффективными являются хлорированные углеводороды (табл. 2). В связи с этим для оценки растворимости продуктов использовали смесь хлороформа с этанолом в соотношении 9:1. Анализ проводили по аналогии с методикой, разработанной для нитратов целлюлозы [7].

Таблица 1

Влияние расхода уксусного ангидрида и продолжительности реакции на выход продукта ацетилирования древесины осины

Расход As_2O_5 , м. ч. на 1 м. ч. ЛЦМ	Продолжительность реакции, ч	Выход продукта, %	Расход As_2O_5 , м. ч. на 1 м. ч. ЛЦМ	Продолжительность реакции, ч	Выход продукта, %
1,20	1	133	2,15	3	146
1,50	1	145	2,50	3	142
1,80	1	143	1,20	5	134
2,15	1	142	1,50	5	148
2,50	1	138	1,80	5	150
1,20	3	134	2,15	5	150
1,50	3	146	2,50	5	147
1,80	3	147	2,15	6	149

Примечание. Расход ТФУК-3,75 м. ч. на 1 м. ч. ЛЦМ, температура 60 °С.

Таблица 2

Результаты исследования растворимости ацетилированной древесины осины

Растворитель	Растворимость, %
Хлороформ – этанол (9 : 1)	92,6
Хлористый метилен – метанол (9 : 1)	92,7
Ацетон	62,4
Этанол	10,4
Диметилформамид	74,4
Бензол	5,1

Примечание. Условия ацетилирования древесины: температура 70 °С; продолжительность 3 ч; расход уксусного ангидрида 2,15 м. ч., ТФУК – 11,25 м. ч. на 1 м. ч. древесины.

Таблица 3

Результаты исследования ацетилирования древесины различных пород

Порода древесины	Выход продукта	Растворимость, %
Осина	134,5	90,4
Тополь	146,5	91,3
Сосна	150,0	53,0
Пихта	148,4	42,6

Примечание. Условия ацетилирования: температура реакции 70 °С, продолжительность реакции 3 ч, расход ТФУК-11,25 м. ч. на 1 м. ч. древесины.

Этерификация древесины лиственных и хвойных пород в одинаковых условиях показала, что особенности анатомического, морфологического и химического строения используемых ЛЦМ оказывают значительное влияние. Продукты ацетилирования древесины лиственных пород получают с меньшим выходом по сравнению с ацетилированной древесиной хвойных пород, но имеют более высокую растворимость (табл. 3).

Зависимость выхода и свойств ацелированной древесины от таких параметров реакции, как температура, продолжительность, содержание ТФУК в ацилирующей смеси, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Свойства ацелированной древесины осины

Порядковый номер опыта	Расход ТФУК, м. ч. на 1 м. ч. ЛЦМ	Температура, °С	Продолжительность, ч	Выход продукта, %	Растворимость, %	Доля связанной уксусной кислоты, %
1	3,75	70	1,00	143,0	6,0	—
2	3,75	70	2,00	145,0	8,5	—
3	3,75	70	3,00	148,5	12,0	—
4	7,50	70	1,00	148,0	15,8	—
5	7,50	70	2,00	147,0	32,1	—
6	7,50	70	3,00	144,0	64,5	—
7	11,25	70	0,25	147,5	—	56,5
8	11,25	70	0,50	150,0	59,7	56,6
9	11,25	70	1,00	144,0	79,4	57,7
10	11,25	70	2,00	134,0	89,5	59,7
11	11,25	70	3,00	134,5	90,4	58,0
12	11,25	60	0,50	146,0	—	—
13	11,25	60	1,00	148,5	52,0	56,5
14	11,25	60	2,00	146,0	60,3	—
15	11,25	60	3,00	140,0	72,8	—
16	11,25	50	1,00	146,0	32,1	54,4
17	11,25	50	3,00	154,0	42,3	55,8
18	11,25	50	5,00	155,0	58,1	56,9
19	11,25	50	7,00	148,0	—	57,4
20	11,25	30	1,00	120,0	—	—

Обработка древесины при температуре 30 °С приводит к этерификации ОН-групп ЛЦМ, расположенных в поверхностных слоях древесины. Такой материал сохраняет структуру исходной древесины, имеет низкий прирост массы и практически нерастворим (табл. 4, опыт 20). Повышение температуры с 30 до 70 °С приводит к увеличению выхода ацелированного продукта за счет протекания химических реакций с участием всех ОН-групп ЛЦМ (опыты 2, 7, 12 и 3, 9, 14). В процессе реакции происходит разрушение структуры древесного волокна, сопровождающееся растворением образующихся продуктов в ацилирующей смеси и повышением их растворимости в органических растворителях.

Описанные закономерности характерны также при увеличении продолжительности реакции и доли ТФУК в исходной смеси. Данные табл. 4 свидетельствуют о взаимозависимости всех исследуемых параметров. Температура реакции и содержание ТФУК в ацилирующей смеси изменяют время достижения максимального выхода. Например, при температуре реакции 50 °С и содержании ТФУК 11,25 м. ч. увеличение выхода продуктов наблюдается в течение 5 ч (опыты 16–19). При температуре 70 °С продолжительность реакции сокращается до 0,5 ч (опыты 7–11).

Зависимость выхода ацелированной древесины от параметров реакции этерификации носит экстремальный характер и в определенных условиях сопровождается снижением выхода продуктов (табл. 4). Причиной этому является, очевидно, деструкция легкогидролизуемых компонентов древесины до водорастворимого состояния.

При взаимодействии древесины с ацилирующими смесями, содержащими пропионовый и масляный ангидриды, также получены продукты с высоким выходом и хорошей растворимостью (табл. 5).

Таблица 5

Ацилирование древесины осины различными ацилирующими агентами

Ацилирующий агент	Расход ангидрида, м. ч. на 1 м. ч. древесины	Выход продукта, %	Растворимость, %
Уксусный ангидрид	2,15	155,0	92,3
Пропионовый ангидрид	2,74	178,0	93,2
Масляный ангидрид	3,33	195,0	94,7

Примечание. Условия ацилирования: температура реакции 70 °С, продолжительность реакции 2 ч, расход ТФУК – 11,25 м. ч. на 1 м. ч. ЛМ.

Таким образом, в результате исследования реакции ацилирования лигноцеллюлозных материалов отработаны условия получения высокозамененных ацилированных продуктов, растворимых в органических растворителях. Состав и свойства ацилированных продуктов зависят от породы древесины, состава ацилирующей смеси и условий реакции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А.с. 1043211 СССР, МКИ Д 21 С 3/20. Способ получения целлюлозы / М.М. Чемерис, Н.П. Мельник, Б.Н. Салин. - № 3442844/29-12; Заявлено 31.03.87; Оpubл. 23.09.83, Бюл. № 35 // Открытия. Изобретения. - 1983. - № 35. - С. 80. [2]. А.с. 1525168 СССР, МКИ С 08 В 3/00. Способ получения сложных эфиров целлюлозы / М.М. Чемерис, Б.Н. Салин, Н.А. Еременко. - № 4206246/31-05; Заявлено 04.03.87; Оpubл. 30.11.89, Бюл. № 44 // Открытия. Изобретения. - 1989. - № 44. - С. 79. [3]. А.с. 1650649 СССР, МКИ С 08 В 3/16. Способ получения смешанных сложных эфиров целлюлозы / Б.Н. Салин, М.М. Чемерис, Н.А. Чемерис, Д.П. Мионов. - № 4682404/05; Заявлено 20.04.89; Оpubл. 23.05.91, Бюл. № 19 // Открытия. Изобретения. - 1991. - № 19. - С. 95. [4]. Бекере М.Р., Мицане Л.В. Применение модифицированных посредством ацелирования древесных волокон и изготовление плит с целью повышения их гидрофобности // I Конф. молодых ученых. - Рига, 1975. - С. 50-51. [5]. Лисова В.С., Резников В.М. Сульфирование древесины пиридинсульфотриоксидом в органической среде // Химия древесины. - 1983. - № 6. - С. 87-89. [6]. Мицане Л.В., Бекере М.Р. Предел прочности при статистическом изгибе плит из ацелированных древесных волокон в зависимости от начальной влажности волокон и температуры прессования // I Конф. молодых ученых. - Рига, 1975. - С. 47-49. [7]. Оболенская А.В. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. - М.: Наука, 1961. - 411 с. [8]. О растворении целлюлозы в трифторуксусной кислоте / А.К. Хрипунов, К.А. Плиско, Л.А. Лайус и др. // Тез. I Всесоюз. конф. по химии и физике целлюлозы. - Рига, 1975. - С. 183-184. [9]. Швалбе К.П. Модификация древесины путем ее ацелирования // Проблемы модификации древесины, перспективы развития ее производства и применение в народном хозяйстве:

Материалы Всесоюз. науч.-техн. конф., Гродно, 1979. - Минск, 1979. - С. 188-189. [10]. Nakagami T., Amimoto H., Yokota T. Esterification of wood with unsaturated carboxylic acids. 1. Preparation of several woodesters by the TFAA method // Bull. Kyoto Univ. Forests. - 1974. - № 46. - P. 217-224. [11]. Pat. 3554775 USA. Production of cellulose esters / D. Abson, R.P. Taylor. [12]. Shiraishi N. и др. Thermal softening and melting of esterified wood prepared in an N_2O_4 - DMF cellulose solvent medium // J. Appl. Polymer Sci. - 1979. - Vol. 24. - N 12. - P.2361-2368.

Поступила 26 сентября 1996 г.

УДК 661.728.82

*М. М. ЧЕМЕРИС, Н. П. МУСЬКО, О. Л. МАЛИКОВА,
Н. А. ЧЕМЕРИС, Д. В. БАБУШКИН*

НИИ древесных термопластиков при Алтайском государственном университете
Алтайский государственный университет

ПОЛУЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ АЦИЛИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Отработаны условия получения сложных эфиров целлюлозы из ацилированной древесины. Изучены закономерности изменения выхода и свойств полученных продуктов от условий ацилирования древесины и выделения эфиров целлюлозы.

The conditions of producing cellulose esters from acylated wood have been worked out. The regularities of changing the yield and properties of the products obtained depending on the conditions of wood acylation and release of cellulose esters have been studied.

Среди множества полимерных материалов, нашедших в настоящее время промышленное применение, целлюлоза и ее производные занимают особое место. Это объясняется их неограниченной сырьевой базой и ценными свойствами изделий, вырабатываемых из целлюлозы и ее производных.

В настоящее время при производстве эфиров целлюлозы используют целлюлозу, предварительно выделенную из древесины, или хлопковое волокно. Разработка и реализация на практике методов получения эфиров целлюлозы непосредственно из древесины позволит избавиться от сложных технологических операций, связанных с производством целлюлозы.

Попытки осуществления процесса прямого выделения эфиров целлюлозы из древесины предпринимались уже давно, но только в последние годы появились работы американских и японских ученых, показывающие возможность получения сложных эфиров целлюлозы из древесины с количественным выходом [1,2]. По их данным при прямом ацетилировании древесины уменьшается расход энергии, меньше загрязняется окружающая

среда, а также увеличивается на 10 % выход ацетата целлюлозы, который может быть использован в производстве трикотажных изделий, фильтров для сигарет и пленок для упаковки.

В предыдущем исследовании (см. с. 83 – 89) было показано, что при глубоком ацилировании лигноцеллюлозных материалов получают продукты с высоким содержанием связанных кислот, растворимые в органических растворителях.

С учетом различной растворимости ацилированных компонентов древесины в органических растворителях были отработаны условия их разделения.

Для выделения эфиров целлюлозы использовали предгидролизованную древесину, ацилированную по методике, изложенной выше (см. с. 83 – 89).

Навеску измельченной ацилированной древесины (0,5 г) помещали в коническую плоскодонную колбу с притертой пробкой. В колбу заливали 75 мл растворителя (хлороформ – спирт в соотношении 9 : 1) и содержимое колбы непрерывно перемешивали в течение 1,5 ч. После отстаивания в течение 0,5 ч содержимое отфильтровывали на стеклянном фильтре Шотта (пор. 100). Фильтрат помещали в круглодонную колбу и избыток растворителя отгоняли. Полученный вязкий раствор по каплям высаживали в этиловый спирт (50 мл), выпавший осадок отфильтровывали на стеклянном фильтре Шотта (пор. 100), промывали этиловым спиртом (10 мл) и сушили на воздухе.

Продукт, нерастворимый в этиловом спирте, представляет собой волокнистый материал и может быть идентифицирован как ацетат целлюлозы. ИК-спектр полученного продукта содержит интенсивные полосы в области 1740 см^{-1} , 1370 см^{-1} , 1220 см^{-1} , 600 см^{-1} , характерные для С=О - групп сложных эфиров. Практически отсутствует поглощение в области $3600\text{--}3200\text{ см}^{-1}$, соответствующей поглощению гидроксильных групп, включенных в водородную связь. Незначительные колебания в области 1450 см^{-1} , 1500 см^{-1} , 1600 см^{-1} свидетельствуют о наличии остаточного лигнина.

В ИК-спектре продукта, выделенного из раствора этилового спирта, присутствуют интенсивные полосы в области $1450\text{--}1600\text{ см}^{-1}$, характерные для ароматических соединений, также наблюдается полоса средней интенсивности в области $3600\text{--}3400\text{ см}^{-1}$, отвечающая колебаниям ОН-групп, и полоса средней интенсивности в области 1740 см^{-1} , свойственная колебаниям карбонильных групп.

При выделении сложных эфиров целлюлозы из модифицированной древесины их выход и основные характеристики существенным образом будут зависеть от условий ацилирования. Для получения эфиров целлюлозы с высокой степенью замещения необходимо провести исчерпывающее ацилирование древесины с разрушением ее морфологической структуры и приданием ей растворимости в органических растворителях.

На эти показатели оказывают влияние такие факторы, как температура, продолжительность процесса ацетилирования древесины, состав ацилирующей смеси, порода древесины. С повышением температуры и времени

реакции ацетилирования древесины выход ацетата целлюлозы (АЦ) повышается (табл. 1), так как при этом увеличивается глубина протекания реакции ацетилирования, о чем свидетельствует увеличение содержания связанной уксусной кислоты и, соответственно, степени замещения АЦ (табл. 1).

Как видно из представленных данных, условия проведения процесса ацилирования оказывают существенное влияние на степень полимеризации выделенных АЦ. С увеличением температуры и продолжительности реакции усиливаются процессы деструкции полимерных цепей, приводящие к уменьшению их молекулярных масс.

Аналогичные закономерности изменения выхода и свойств АЦ наблюдаются при увеличении содержания трифторуксусной кислоты (ТФУК) в ацилирующей смеси (табл. 1).

Ацетаты целлюлозы с высокой степенью замещения получаются как из древесины осины, так и сосны. Однако при выделении эфиров целлюлозы из ацилированной древесины сосны наблюдается более полное, чем из древесины осины, разделение основных компонентов модифицированной древесины. Об этом свидетельствует меньшее содержание лигнина в АЦ, составляющее соответственно 1,5 и 2,4...2,7 %.

Порода древесины сказывается на значениях степени полимеризации эфиров целлюлозы (табл. 1). Степень полимеризации АЦ из модифицированной древесины сосны ниже, чем из осины. Очевидно, причиной этого являются различия в степени полимеризации целлюлозы в исходной древесине. Степень полимеризации целлюлозы в древесине осины выше, чем в древесине сосны.

Разработанную методику использовали для получения пропионатов и бутиратов целлюлозы.

В ИК-спектрах данных эфиров по сравнению с АЦ наблюдается увеличение интенсивности и изменение формы полос в области 2900...3000 см⁻¹, что связано с увеличением числа метиленовых групп в эфирах целлюлозы.

Увеличение длины вводимого ацильного радикала закономерно повышает выход эфиров целлюлозы (табл. 2), одновременно приводит (табл. 3) к повышению удельной вязкости растворов исследуемых полимеров.

С ростом молекулярной массы ангидридов карбоновых кислот, используемых при ацилировании древесины, уменьшается скорость этерификации, что связано с менее благоприятными стерическими условиями. При этом наблюдается уменьшение степени замещения эфиров целлюлозы. Для достижения предельной степени замещения эфиров целлюлозы необходимо увеличивать продолжительность этерификации древесины.

Во всех полученных эфирах целлюлозы присутствует остаточный лигнин. В связи с этим проводилось их отбеливание раствором КМnO₄. На основании анализа ИК-спектров отбеленных эфиров целлюлозы можно сказать, что в процессе отбеливания полностью удаляются производные лигнина. Продукты приобретают ярко белый цвет, при этом не происходит изменения

Таблица 1

Влияние условий ацелирования древесины осины на выход и свойства ацетатов целлюлозы

Порядковый номер опыта	Условия ацелирования			Выход ацелированной древесины, %	Растворимость ацелированной древесины, %	Выход АЦ, % к исходной древесине	Свойства АЦ			
	Температура, °С	Продолжительность, ч	Расход ТФУК, м.ч. на 1 м. ч. древесины				Связанная уксусная кислота, %	Степень замещения	Степень полимеризации	Остаточный лигнин, % от АЦ
1	60	3	11,25	54,0	91,5	10,1	58,1	2,79	395	2,7
2	70	1	11,25	35,0	89,5	06,6	58,3	2,80	395	2,4
3	70	2	11,25	55,0	92,3	14,5	60,6	2,91	296	2,6
4	70	2	11,25	42,0	92,5	19,0	60,2	2,89	321	2,7
5	70	3	11,25	57,0	92,6	17,0	62,1	2,98	251	2,7
6	70	3	11,25	58,0	93,3	19,0	62,3	2,99	205	2,7
7	70	3	7,50	50,0	90,7	91,2	59,0	2,83	321	2,7
8	70	3	11,25	56,0	64,6	88,2	88,2	2,99	205	1,5

Примечания. 1. Расход уксусного ангидрида – 2,15 м. ч. на 1 м. ч. древесины. 2. Опыт 8 проведен с предгидролизованной древесиной сосны.

степени замещения. Значения степени полимеризации АЦ снижаются с 296 до 251, что, однако, выше степени полимеризации промышленного триацетата целлюлозы (ТАЦ).

Таблица 2

**Выделение целлюлозы из древесины осины,
модифицированной различными ацилирующими агентами**

Ацилирующий агент (ангидрид)	Выход ацилированной древесины, %	Растворимость ацилированной древесины, %	Выход эфиров целлюлозы, % к исх. древесине
Уксусный	155,0	92,3	114,5
Пропионовый	178,0	93,2	132,5
Масляный	195,0	94,7	147,8

Таблица 3

Свойства эфиров целлюлозы, выделенных из ацилированной древесины осины

Показатели	Значения показателей для эфиров		
	Ацетат	Пропионат	Бутират
Содержание: связанной кислоты, %	60,6	63,0	64,4
остаточного лигнина, % от эфира целлюлозы	2,6	2,8	2,8
Степень замещения	2,91	2,81	2,72
Удельная вязкость, Па·с	0,52	0,56	0,62

Полученные АЦ использовали для изготовления пленок. Пленки отливали из раствора АЦ в смеси метилхлорид–метанол (9 : 1, вес. %). Концентрация полимера в растворе 10 %. Для определения прочности и относительного удлинения при разрыве использовали образцы размером 100×10 мм. Скорость растяжения 24 мм/мин. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Физико-механические свойства пленок, изготовленных из ацетата целлюлозы, выделенного из предгидролизованной древесины

Порядковый номер опыта	Условия модификации древесины			Показатели			
	Температура, °С	Продолжительность, ч	Предварительная обработка древесины	Удельная вязкость, Па·с	Степень полимеризации	Предел прочности при разрыве, кг/мм ²	Относительное удлинение при разрыве, %
1	70	1	Предгидролиз	0,70	430	10,4	12
2	70	2	Предгидролиз	0,52	330	9,2	9
3		2	–	0,54	248	9,5	10
4	70	2	Предгидролиз	0,46	–	8,9	7
5	Промышленный ТАЦ			0,37	–	8,6	6

Примечание. В опыте 4 использована пленка из отбеленного АЦ.

В изученном диапазоне значений степени полимеризации эфиров целлюлозы видно, что она в большей мере влияет на разрывное удлинение, чем на прочность пленок.

Прочность на разрыв и относительное удлинение пленок, полученных из АЦ, выделенного из модифицированной древесины и затем отбеленного, и прочность пленок из промышленного ТАЦ соизмеримы.

Таким образом, в результате проведенных исследований показана принципиальная возможность получения высокозамещенных эфиров целлюлозы из древесины нетрадиционным способом без предварительного выделения целлюлозы. Эфиры целлюлозы могут быть выделены из модифицированной древесины с выходом 98...100 % от теоретически возможного и степенью чистоты более 97 %.

Выделенные эфиры целлюлозы обладают пленкообразующими свойствами. Полученные АЦ пленки, имеющие высокие прочностные характеристики, не уступают пленкам, из промышленного АЦ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Barkalow D.G., Rowell R.M., Joung R.A. A new approach to the production of cellulose acetate // Polym. Mater. Sci and Eng.: Proc. ACS. Div Polim Mater. - Spring Meet., Denver, Colo' 87, Washington, D.C. - 1987. - Vol. 57. - P. 52-56.
[2]. Rowell R.M., Joung R.A. A new approach to the production of cellulose acetate // Abstr. Pap., 194 th ACS Nat. Meet. (Amer. Chem. Soc.) - New Orleans, Washington, 1987. - P. 1061.

Поступила 26 сентября 1996 г.

УДК 676.16.023

И.С. ГЕЛЕС

Петрозаводский государственный университет

Гелес Иосиф Соломонович родился в 1933 г., окончил в 1956 г. Ленинградский технологический институт, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Петрозаводского государственного университета. Имеет около 300 печатных трудов в области научного обоснования и разработки экологически чистых ресурсосберегающих технологий при использовании древесной биомассы, применения отходов древесного сырья для очистки сточных вод различных производств.



К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУЛЬФИТНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ В СВЯЗИ С ИХ «ОБЕССМОЛИВАНИЕМ»

Разработаны основы технологии, позволяющей без применения ПАВ и традиционных отбеливающих реагентов в значительной степени удалять экстрактивные вещества без существенной потери белизны целлюлозы и использовать сточные щелочные воды для получения варочных растворов.

Technological basis has been developed allowing to withdraw extractives to a considerable extent without applying surface-active substances and traditional bleaching reagents not loosing pulp whiteness and to use waste alkaline waters for obtaining cooking solutions.

Ранее нами [4] была теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность получения сульфитным способом из безъядровой древесины сосны небеленой целлюлозы с повышенной белизной и меньшим содержанием остаточного лигнина по сравнению с еловой. Белизна небеленой сосновой целлюлозы составляла 58...71 %, у значительной части образцов – 63...65 %, что в среднем существенно выше, чем у древесных масс и небеленой сульфитной целлюлозы из ели, белизна которых колебалась в пределах 54...61 % [1, 5]. Этими значениями лимитируется в основном белизна газетной бумаги. Для ее повышения применяют специальные меры, в частности используют полубеленую и беленую сульфитную целлюлозу и др. Это усложняет и удорожает производство бумаги подобного композиционного состава, конечная продукция из которой предназначена часто для разового пользования. По нашему мнению, введение в композицию этого полуфабриката из сосны повысило бы белизну бумаги, а еловая древесина могла быть направлена на производство механических древесных масс, что в итоге сказалось бы на эффективности производства. Однако небеленая сульфитная сосновая целлюлоза отличается от аналогичной еловой большим содержанием смол и жиров. Следует признать, что, несмотря на многолетние и многочисленные работы по снижению содержания экстрактивных веществ (ЭВ), эта проблема остается актуальной. В значительной степени она связана с использованием свежезаготовленной древесины [11, 13]. Если раньше основным мероприятием по снижению как общей, так и «вредной» смолистости считалась выдержка баланса в штабелях в течение нескольких месяцев, то в последние годы эту проблему решают за счет использования различных добавок в ходе проведения основных технологических процессов. Так, рекомендуется вводить смеси ПАВ при варке [2], промывать небеленую целлюлозу в присутствии добавок [9], обрабатывать ее в щелочной среде с ПАВ, гипохлоритом и др. [7, 10].

Поэтому для применения небеленой целлюлозы из сосны необходимо преодолеть указанные затруднения. Однако, как показали опыты, содер-

жание ЭВ удается существенно снизить даже путем простой щелочной обработки. На такую возможность применительно к сосновой целлюлозе указывали авторы работы [6]. Согласно нашим данным, при щелочении одновременно происходит снижение содержания ЭВ, степени делигнификации и белизны (табл. 1). Причем такая закономерность характерна для небеленой сульфитной целлюлозы из разных пород древесины. Опыты подтвердили также мнение [3] о худшей «обессмоливаемости» целлюлозы из березы. Таким образом было установлено, что при щелочном воздействии в значительной степени теряются преимущества небеленой сосновой целлюлозы.

Таблица 1.

Характеристика небеленой сульфитной целлюлозы в процессе щелочения

Целлюлоза	Степень делигнификации	Белизна, %	Снижение белизны, %	Доля ЭВ, %	Снижение доли ЭВ, %
Еловая: Кондопожского ЦБК	<u>27,1</u>	<u>58,6</u>	14,30	<u>1,89</u>	59,2
	27,0	50,2		0,77	
смесь	<u>39,9</u>	<u>62,1</u>	5,64	<u>1,48</u>	45,9
	37,9	58,6		0,80	
Выборгского ЦБЗ	<u>37,7</u>	<u>64,0</u>	5,62	<u>1,72</u>	65,1
	37,3	60,4		0,60	
Ляскельского ЦБЗ	<u>56,1</u>	<u>51,8</u>	1,16	<u>1,34</u>	44,8
	50,6	51,2		0,74	
Сосновая лабораторной варки	<u>20,7</u>	<u>60,8</u>	9,56	<u>1,29</u>	68,1
	17,3	55,0		0,41	
	<u>18,5</u>	<u>65,6</u>		3,36	
Березовая лабораторной варки	14,9	63,4	11,00	0,73	36,6
	<u>20,2</u>	<u>45,5</u>		<u>1,61</u>	
	16,0	40,5		1,03	
	<u>25,1</u>	<u>40,1</u>	12,50	<u>1,86</u>	29,4
	19,4	35,1		1,31	

Примечания: 1. В числителе приведены данные для образцов исходной целлюлозы, в знаменателе – для целлюлозы после щелочения (расход NaOH – 1 % от исходной абс. сухой массы). 2. Здесь и далее, в табл. 2 – 4, доля ЭВ определена в спирто-бензольной среде (соотношение 2 : 1).

Перед нами стояла цель разработать технологию «обессмоливания» небеленой сосновой целлюлозы с сохранением белизны или потерей не более 5 % (относительных) от ее исходных значений. Кроме того, в процессе обработки не следовало применять ПАВ и традиционные отбеливающие реагенты (хлор, гипохлорит, перекиси и др.) и направлять сточные воды на очистку. Эти важные ограничительные требования должны были предупредить дополнительную нагрузку на очистные сооружения и окружающую среду.

Для приближения к реальным условиям и предотвращения потерь ЭВ использовали только свежезаготовленную сосну. Для получения небеленой целлюлозы с повышенной белизной выбирали деревья в возрасте не старше 50 лет (обычно 35–40 лет), что обусловлено двумя обстоятельствами: во-первых, в этот период проводится одно из основных лесохозяйственных мероприятий – рубки прореживания, в результате чего образуются св-

щественные объемы древесного сырья именно для химико-механической переработки; во-вторых, на Северо-Западе европейской части России как раз в этом возрасте особенности морфологии трахеид и химического состава (отсутствие заметного количества «ядровых» веществ) у сосны создают предпосылки получения небеленой сульфитной целлюлозы повышенной белизны, что уже отмечалось выше.

Другим видом сырья, использованного в экспериментах, являлась технологическая щепка из отходов лесопиления сосны, представляющая собой, как известно, в основном заболонь, отвечающую указанным требованиям. Щепу получали на промышленной рубительной машине, сортировали на крупную (более 30 мм) и мелкую (менее 5 мм) фракции. Средние пробы щепы хранили в полиэтиленовых мешках. Варки вели используя кислоту Кондопожского ЦБК.*

На основании многочисленных опытов были разработаны основы технологии, удовлетворяющей указанным выше требованиям. Она апробирована на небеленой сульфитной целлюлозе из сосны и лиственных пород. Нужно отметить, что белизна исходной сосновой целлюлозы колебалась от 54 до 67 %, значительно больший диапазон был у целлюлозы из березовой древесины (39 ... 59 %). Такой разброс белизны, по-видимому, связан с присутствием некоторого количества ядровых веществ, особенно фенольных компонентов у березы [12], хранением во влажном состоянии, использованием для варки производственной кислоты разного срока изготовления и др.

При специальной щелочной обработке, параметры которой находились в пределах значений, характерных для данной операции (концентрация массы, продолжительность, температура и др.), вводились некоторые добавки. При этом эффективность обессмоливания несколько снижалась, оставаясь на достаточно высоком уровне, а изменение белизны неоднозначно: в одних случаях она уступает первоначальным значениям, в других – даже превосходит их. Однако ее понижение не превышает 5 % отн., а получаемые значения позволяют использовать целлюлозу в композиции многих видов бумаг без дополнительной отбелки.

Понижение белизны в ходе разработанного технологического процесса происходило у образцов сосновой целлюлозы, имеющих повышенное ее значение. При белизне ниже 60 % наблюдается некоторый рост, достигающий 6 % и более (табл. 2).

Для большинства образцов сосновой целлюлозы достигнутое обессмоливание (23,7...49,3 %) можно признать удовлетворительным.

У небеленой сульфитной целлюлозы из березы указанная обработка вызывает аналогичные эффекты, хотя содержание ЭВ снижается в меньшей степени. Для целлюлозы из осины такое щелочение дало положительные результаты по обоим контрольным критериям – белизне и содержанию смол и жиров (табл. 2).

* В экспериментах принимали участие младший научный сотрудник Г. М. Левкина, инженеры Ю. М. Клеманский, Т. В. Крутова, Е. С. Софронов.

Таблица 3

**Характеристика небеленой сульфитной целлюлозы лабораторных варок
в процессе специальной обработки**

Целлюлоза	Степень де- лигнификации	Белизна, %	Снижение белизны, %	Доля ЭВ, %	Снижение доли ЭВ, %
Сосновая: сульфитная	17,6	<u>66,2</u>	-2,57	<u>1,59</u>	45,9
	13,9	64,5		0,86	
	<u>17,5</u>	<u>63,4</u>	-2,21	<u>2,03</u>	49,3
	16,2	62,0		1,03	
	<u>40,2</u>	<u>65,1</u>	-3,84	<u>1,96</u>	47,5
	37,1	62,6		1,02	
	<u>9,4</u>	<u>57,1</u>	+4,38	<u>1,38</u>	42,7
	8,6	59,6		0,79	
	<u>30,0</u>	<u>61,3</u>	+0,98	<u>1,50</u>	31,3
бисульфитная	26,6	61,9		1,03	
Березовая сульфитная	<u>31,4</u>	<u>51,9</u>	-4,63	<u>2,22</u>	23,7
	28,4	49,5		1,70	
	<u>19,8</u>	<u>54,3</u>	+6,64	<u>1,90</u>	27,9
	17,7	57,9		1,37	
Осиновая сульфитная	<u>12,4</u>	<u>56,9</u>	+5,45	<u>1,25</u>	47,6
	9,6	60,0		0,66	

Примечание. В числителе приведены данные для образцов исходной целлюлозы, в знаменателе – для целлюлозы, прошедшей специальную обработку.

В соответствии с исходными требованиями, воды от ступени щелочения следовало использовать в технологическом процессе, а не сбрасывать на очистные сооружения. Подобно щелокам от горячего облагораживания [8] указанные стоки были использованы для приготовления варочной кислоты. Результаты сравнительных опытов приведены в табл. 3. Интересно, что все варки на опытной кислоте, т. е. с использованием щелочных вод, дали небеленую целлюлозу с меньшим содержанием остаточного лигнина, несколько лучшей белизной, но с повышенным содержанием ЭВ. Таким образом, использование стоков от ступени щелочения для приготовления варочного раствора не сказывается отрицательно на результатах варки, а в щелоках наблюдается некоторое возрастание РВ.

Проведенные эксперименты показали реальную возможность использования безъядровой древесины сосны для получения небеленой сульфитной целлюлозы с повышенной белизной и значительно сниженным содержанием ЭВ. Одновременно установлено, что разработанная нами щелочная обработка оказывает аналогичный эффект на небеленую бисульфитную сосновую целлюлозу и сульфитную целлюлозу из лиственных пород древесины (табл. 3). Показано, что применение вод от щелочной обработки для получения варочной кислоты не приводит к негативным результатам, а по ряду показателей получаемая целлюлоза превосходит контрольные образцы. Эти эксперименты показали принципиальную возможность создания бессточной технологии «обессмоливания» целлюлозы с улучшенной белизной.

Как уже отмечалось, предложенная технология не предусматривает применение каких-либо отбеливающих реагентов.

Таблица 3

Результаты сравнительных варок

Целлюлоза	Выход массы, %		Степень делигнификации	РВ щелока, %	Доля ЭВ, %	Белизна, %
	сортированной	общий				
Сосновая:	<u>49,65</u>	<u>50,3</u>	<u>28,9</u>	<u>1,87</u>	<u>1,20</u>	<u>61,4</u>
сульфитная	48,3	49,5	27,0	1,97	1,44	60,8
бисульфитная	<u>50,3</u>	<u>51,0</u>	<u>40,5</u>	-	<u>1,09</u>	<u>56,4</u>
	50,1	51,1	34,8		0,99	57,4
Еловая	<u>51,7</u>	<u>53,2</u>	<u>34,6</u>	<u>1,58</u>	<u>0,74</u>	<u>51,1</u>
сульфитная	52,8	52,8	27,9	1,78	0,78	52,5
Березовая	<u>54,8</u>	<u>54,8</u>	<u>26,5</u>	-	<u>1,24</u>	<u>43,8</u>
сульфитная	52,0	52,0	18,7		1,47	44,3

Примечание. В числителе приведены данные при использовании контрольной варочной кислоты, в знаменателе – опытной.

Полученные результаты (см. табл. 1) отражают положительное влияние обычной щелочной обработки на содержание ЭВ и степень делигнификации. Эффективность этой операции на весь процесс традиционной отбелки проверена на образцах небеленой сульфитной целлюлозы из березы, у которых значительно труднее удаляются ЭВ. Это позволило (табл. 4) выбрать традиционную схему включающую хлорирование и гипохлоритную отбелку. Предварительное щелочение привело к ряду положительных эффектов: снизился общий расход активного хлора на отбелку на 8,4 %, возросла белизна целлюлозы на 2,1 %, достигая 86,9 %, степень обессмоливания составила 56,2 % против 37,3 % при обычной схеме (табл. 4). Указанная обработка не отразилась негативно на основных физико-механических показателях целлюлозы (табл. 5), у которой по сравнению с небеленой несколько снизились разрывная длина и сопротивление продавливанию, но возросли удлинение и сопротивление раздиранию, что имеет значение при получении бумаги для печати.

Таблица 4

Влияние щелочения на результаты отбелки березовой сульфитной целлюлозы

Вариант	Схема отбелки	Расход акт. хлора, % от исходной абс. сухой массы	Белизна, %	Содержание ЭВ, %	Снижение содержания ЭВ, %
1	Х-Щ-Г-Г-К	9,5	84,4	1,16	37,3
2	ЩХ-ЩГ-ГК	8,7	86,9	0,81	56,2

Примечание. Исходная степень делигнификации – 28,0; доля ЭВ – 1,85 %.

Таблица 5

Показатели физико-механических свойств березовой целлюлозы

Показатели	Численные значения показателей целлюлозы		
	небеленой	беленой по варианту	
		1	2
Продолжительность размола до 60° ШР, мин	25	29	29
Разрывная длина, м	8140	7170	7030
Удлинение, мм	4,28	5,74	5,95
Сопrotивление:			
продавливанию, кПа	395	325	330
раздиранию, мН	538	630	610
излому, ч.д.п. на 180°	2290	2340	2220

Таким образом предложенная в бессточном варианте специальная щелочная обработка, позволяет значительно снизить содержание ЭВ и поддерживать белизну небеленых целлюлоз. Она положительно влияет также на небеленую целлюлозу из лиственных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Барбье М.К., Дессюро С., Жанкие С. Производство механической и химико-механической массы (характеристики полуфабриката и бумаги) //Бум. пром-сть. -1991.- № 11. - С.7-10. [2]. Воздействие добавок смесей ПАВ в процессе варки на обессмоливание сульфитной целлюлозы в промышленных условиях /О.А.Зенина, Н.П.Шпензер, И.Н.Ковалева и др. // Химия и технология целлюлозно-бумажного производства: Межвуз. сб. науч. тр.- Л.,1988.- С.15-17. [3]. Выродов А.А. Получение белой лиственной целлюлозы с малым содержанием смолы. //Хим. переработка древесины: Реф. информация. -1966. - № 18.- С.3-5. [4]. Гелес И.С., Левкина Г.М. Влияние морфологии трахенд сосны и ели на результаты сульфитной варки и свойства получаемой небеленой целлюлозы // Лесн. журн. - 1994.- № 2.- С.96-102. - (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Крылов В.Н., Пузырев С.С. Определяющий фактор производства полуфабрикатов высокого выхода // Бум. пром-сть. -1988. - № 10. - С. 28-29. [6]. Кухникова М.С., Пен Р.З., Слесарева Э.В. Обессмоливание и отбелка сульфитной целлюлозы из сибирской сосны (Сообщение 2.) // Материалы Второй науч. конф. комплексной проблемной лаборатории СибТИ. - Красноярск, 1962.- С.3 -12. [7]. Миловидова Л.А., Прокшин Г.Д., Чертовская В.П. Эффективный способ снижения сорности и содержания смолы в целлюлозе // Бум. пром-сть. -1989.- № 10.- С.15-16. [8]. Погожева Т.А., Непенин Ю.Н., Порубова А.Т. Изучение стабильности сульфитной варочной кислоты, приготовленной на щелоках от горячего щелочного облагораживания // Материалы науч.-техн. конф. хим.-техн. ф-та. -Л., 1969.-С.66-73. [9]. Применение различных добавок при промывке сульфитной целлюлозы из сосны для снижения ее смолистости / Р.К. Боярская, Ж.К. Романенко, О.П. Гугвина, Н.И. Мифтакова // Совершенствование технологии производства сульфитной и сульфатной целлюлозы: Сб. науч. тр. ВНИИБ.- Л., 1988.- С.23-28. [10]. Состав отложений и возможные пути снижения смоляных затруднений в про-

изводстве беленой сульфитной целлюлозы / Л.А. Миловидова, Г.В. Комарова, А.Ф.Троянская и др. // Совершенствование развития сульфит-целлюлозного производства: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ., Краснокамск.- М., 1989. -С. 42-43. [11]. Хаджаева С.Г., Макова Л.И., Зорина А.И. Отбелка сульфитной целлюлозы с использованием двуокиси хлора // Совершенствование технологии производства сульфитной и сульфатной целлюлозы: Сб. науч. тр. ВНИИБ.- Л., 1988.- С.91-96. [12]. Черняева Г.Н., Долгодворова С.Я., Бондаренко С.М. Экстрактивные вещества березы. - Красноярск, 1986.- 124 с. [13]. Grundelius R., Mitchell K.A., Rankin J.P. High chlorine dioxide substitution at stora forest industries Ltd //Pulp and Paper Canada.- 1991.- Vol. 92, № 4.- P. 43-46.

Поступила 9 марта 1995 г.

УДК 674.815-41

Л. П. КОВРИЖНЫХ, А И. БЕЙЛЬ

С.-Петербургская лесотехническая академия
Институт химии древесины (г. Рига)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ ЛСТ И КАРБАМИДА

Приведены результаты математического моделирования процесса поликонденсации лигнокарбамидного связующего, правильность разработанной модели доказана близкой сходимостью данных, полученных экспериментально и при моделировании на ПЭВМ IBM – PC/AT.

The results of mathematical modelling of polycondensation process of lignocarbamide binder are presented. The validity of the elaborated model is proved by the close data convergence obtained through experiment and modelling on IBM – PC/AT.

Лигносulfонаты активно используют в различных композициях с фенолоформальдегидными смолами для замены части фенола. Многочисленные попытки использовать их при синтезе лигнокарбамидных смол были в основном неудачны. Трудность заключается в проведении процесса поликонденсации полимеров различной химической природы. Хотя известно, что в определенных условиях лигнины могут взаимодействовать с формальдегидом и аминогруппами карбамидных смол [5, 11]. Интерес к проблеме синтеза лигнокарбамидных смол объясняется тем, что использование лигносульфонатов может значительно расширить сырьевую базу связующих для древесностружечных плит, снизить их себестоимость и уменьшить токсичность материала. Учитывая большие потенциальные возможности промышленности древесных плит как потребителя значительных объемов полимер-

ных связующих, можно ожидать значительного экологического эффекта от снижения сброса сульфитных щелоков в водоемы.

Основные исследования по использованию лигносульфонатов в качестве самостоятельного связующего для древесных плит проводятся на полупирическом уровне из-за недостаточного теоретического обоснования механизма полимеризации лигносульфонатов.

Задачи наших исследований – моделирование основных реакций процесса поликонденсации лигнокарбамидных связующих с участием модифицированных лигносульфонатов (ЛС); определение кинетических характеристик элементарных реакций модифицированных ЛС, происходящих при синтезе лигнокарбамидного связующего; управление с помощью разработанной математической модели процессом синтеза лигнокарбамидного связующего.

Проведенные на кафедре древесных пластиков и плит С.-Петербургской лесотехнической академии работы показали целесообразности введения ЛС в предконденсат, полученный в соответствии с технологическим регламентом для карбамидной смолы марки КФ-МТ-15 [10]. ЛС добавляли в предконденсат взамен 50 % дополнительной порции карбамида на заключительной стадии синтеза связующего. Применяли лигносульфонат натрия Архангельского ЦБК. С целью повысить химическую активность ЛС были обработаны гидроксидом натрия до pH 7 при температуре $T = 20 \dots 90$ °С и продолжительности $\tau = 10 \dots 60$ мин, поскольку в условиях мягкого щелочного гидролиза при повышенной температуре в ЛС проходят окислительно-деструкционные процессы, приводящие к гидролитической фрагментации макромолекул [4, 8]. Было установлено (рис. 1), что в нейтрализованных ЛС при повышении температуры обработки до 70 °С увеличивается содержание фенольных гидроксильных и карбоксильных

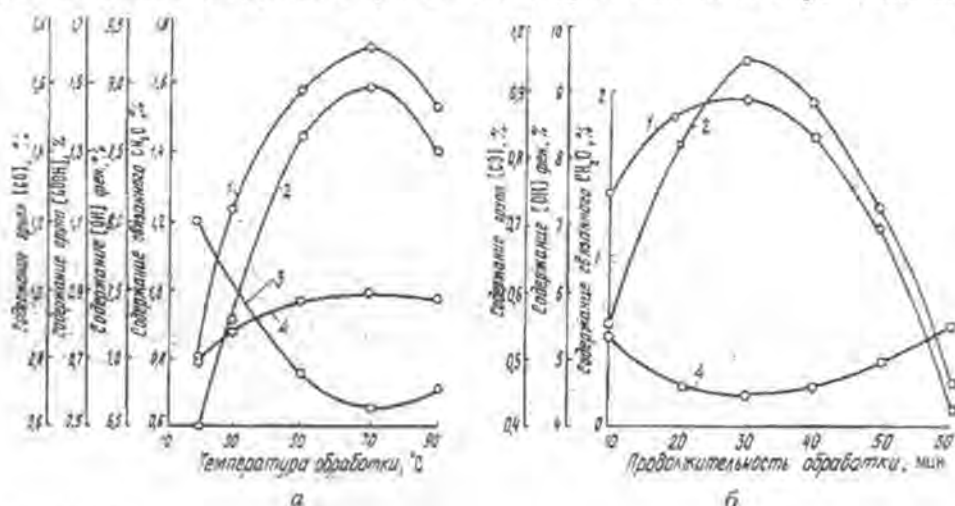


Рис. 1. Изменение содержания связанного формальдегида (1) и функциональных групп (2 – 4) в ЛС (pH 7) при различных условиях обработки: а – $\tau = \text{const} = 30$ мин; б – $T = \text{const} = 70$ °С; 1 – связанный формальдегид; 2 – фенольные ОН-группы; 3 – карбонильные группы; 4 – карбоксильные группы

групп, что объясняется частичной фрагментацией макромолекул ЛС за счет разрыва алкил-арильных связей. ЛС, подвергнутые щелочному гидролизу, обрабатывали избыточным количеством формальдегида и определяли степень связывания его ЛС. Содержание фенольных ОН-групп определяли методом высокочастотного потенциометрического титрования [3], карбонильные группы – оксимированием, карбоксильные группы – хемосорбцией [6].

Результаты эксперимента показали, что при термообработке нейтрализованных ЛС в течение 30 мин при 70 °С наблюдается наибольшая степень связывания формальдегида, которая составляет в данных условиях 2 % против 0,8 % для исходных (необработанных) ЛС (рис. 1). Содержание связанного формальдегида в ЛС определяли по разности между введенным и непрореагировавшим количеством CH_2O потенциометрическим титрованием солянокислым гидроксиламином [1]. Дальнейшее увеличение продолжительности обработки не приводит к повышению реакционной способности ЛС по отношению к формальдегиду.

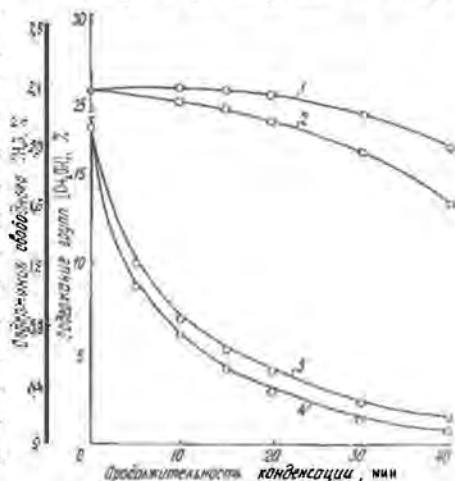
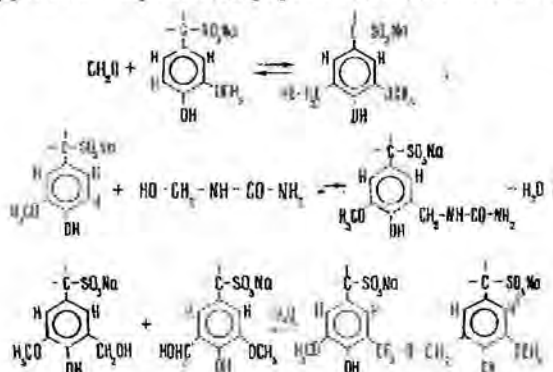
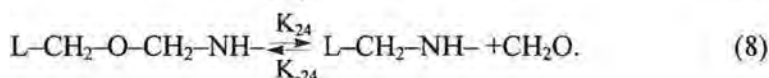
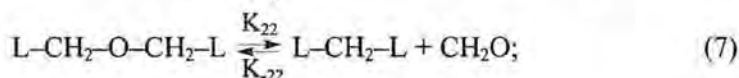
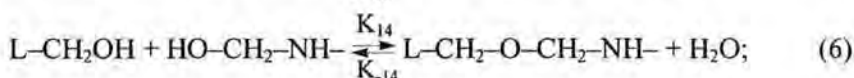
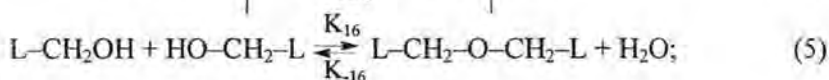
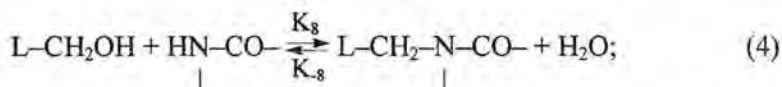
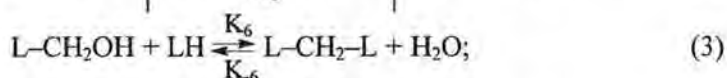
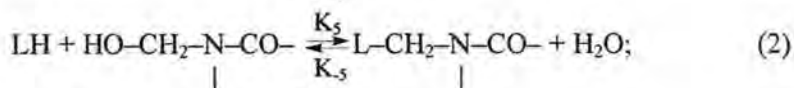
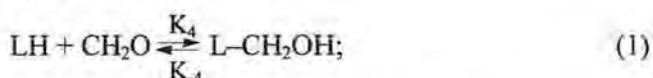


Рис. 2. Изменение содержания метилольных групп (1, 2) и свободного формальдегида (3, 4) на заключительной стадии синтеза кабамидного связующего: 1, 3 – смола КФ-МТ-15; 2, 4 – лигнокарбамидное связующее

Методами формальной кинетики определены кинетические характеристики суммарных процессов с участием метилольных групп и свободного формальдегида на заключительной стадии синтеза связующего с ЛС, а также контрольной смолы КФ-МТ-15 (рис. 2). На этой стадии синтеза лигнокарбамидного связующего при введении карбамида и ЛС в карбаминоформальдегидный предконденсат, кроме известных реакций поликонденсации различных метилолпроизводных карбамида, а также карбамида с оставшимся в системе свободным формальдегидом [2], проходят реакции взаимодействия формальдегида с ЛС, метилолпроизводных ЛС между собой и с метилольными группами карбаминоформальдегидного олигомера [11, 12]:



Кинетическая схема реакций с участием ЛС:



Здесь LH – лигносульфанат в H-форме.

На основе анализа экспериментальных данных и схем основных химических реакций, проходящих на заключительной стадии синтеза лигнокарбамидного связующего с участием ЛС, разработана математическая модель на ПЭВМ типа IBM-PC/AT [9]. Получена система дифференциальных уравнений, описывающая реакции взаимодействия формальдегида с различными группами модифицированных ЛС и промежуточными продуктами синтеза карбамидоформальдегидного олигомера. Для реакций метилольных групп и формальдегида с участием ЛС имеем

$$\begin{aligned} \frac{d[-\text{CH}_2\text{OH}]}{dt} = & -\text{K}_5[-\text{CH}_2\text{OH}-\underset{\text{L}}{\text{N}}-\text{CO}-][\text{LH}] + \text{K}_{-5}[\text{H}_2\text{O}][\text{L}-\text{CH}_2-\underset{\text{L}}{\text{N}}-] - \\ & -\text{K}_6[\text{L}-\text{CH}_2\text{OH}][\text{LH}] + \text{K}_{-6}[\text{L}-\text{CH}_2-\text{L}][\text{H}_2\text{O}] - \text{K}_8[\text{L}-\text{CH}_2\text{OH}][\text{HN}-\underset{\text{L}}{\text{CO}}-] + \\ & + \text{K}_{-8}[\text{L}-\text{CH}_2-\underset{\text{L}}{\text{N}}-\text{CO}-][\text{H}_2\text{O}] - \text{K}_{16}[\text{L}-\text{CH}_2\text{OH}]^2 + \\ & + \text{K}_{-16}[\text{L}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{L}][\text{H}_2\text{O}] - \text{K}_{14}[\text{L}-\text{CH}_2\text{OH}][-\text{CH}_2\text{OH}] + \\ & + \text{K}_{-14}[\text{L}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-][\text{H}_2\text{O}]; \\ \frac{d[\text{CH}_2\text{O}]}{dt} = & -\text{K}_4[\text{CH}_2\text{O}][\text{LH}] + \text{K}_{-4}[\text{L}-\text{CH}_2\text{OH}]. \end{aligned}$$

В расчетах использовали обычный алгоритм Адамса для решения системы дифференциальных уравнений [7]. Необходимо было представить

правые части уравнений для условий, задать численные значения коэффициентов и начальные значения концентрации соответствующих веществ: $[-CH_2OH]$ и $[CH_2O]$ получены экспериментально, $[LH]$ заданы исходя их условий эксперимента, концентрации продуктов реакции взаимодействия лигносульфонатов ($[-CH_2-]$, $[L-CH_2-L]$, $[L-CH_2OH]$, $[L-CH_2-N-CO-]$) приняты равными 0.

С учетом реакций не только ЛС и их производных, но и карбамида, его метилолпроизводных и формальдегида получены система из 21 дифференциального уравнения первого порядка и решена на ПЭВМ IBM-PC/AT.

Работоспособность предложенной модели была проверена на экспериментальном материале, который не использовали при ее создании (рис. 3). Полученные результаты показали хорошую корреляцию между расчетными и экспериментальными данными (коэффициент корреляции 0,994).

Определенные при решении системы дифференциальных уравнений значения констант скорости отдельных реакций с участием ЛС и их производных показали, что процесс сополиконденсации метилолпроизводных ЛС с карбамидоформальдегидным олигомером проходит во много раз быстрее, чем самих ЛС (см. таблицу). Анализ результатов математического моделирования заключительной стадии синтеза

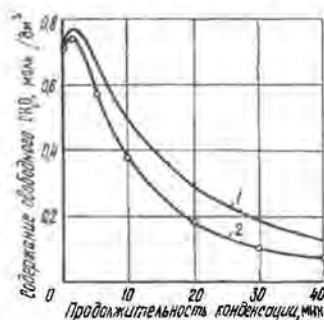


Рис. 3. Изменение содержания свободного формальдегида на заключительной стадии синтеза лигнокарбамидного связующего: 1 — зависимость, полученная при моделировании на IBM-PC/AT; 2 — экспериментальная зависимость

Уравнение реакции	Константа скорости реакции	
	Обозначение	Численное значение константы, $дм^3/моль \cdot мин$
$LH + CH_2O$	K_4	0,160
$LH + HO-CH_2-N-CO-$ 	K_{-4}	0,004
	K_5	0,040
	K_{-5}	0,003
$L-CH_2OH + LH$	K_6	0,280
$L-CH_2OH + HN-CO-$ 	K_{-6}	0,001
	K_8	0,250
	K_{-8}	0,001
$L-CH_2OH + HO-CH_2-L$	K_{16}	0,160
$L-CH_2OH + HO-CH_2-NH$ 	K_{-16}	0,041
	K_{14}	0,140
	K_{-14}	0,130
$L-CH_2-O-CH_2-L$	K_{22}	0,130
$L-CH_2-O-CH_2-NH-$	K_{-22}	0,001
	K_{24}	0,120
	K_{-24}	0,001

лигнокарбамидного связующего позволил определить направление модификации ЛС с целью получить реакционноспособное связующее с более высокой клеящей способностью для древесностружечных плит различного целевого назначения со сниженной токсичностью.

Применение предварительно гидроксиметилированных ЛС при синтезе лигнокарбамидного связующего позволило заменить весь карбамид на заключительной стадии синтеза карбамидной смолы КФ-МТ-15 на ЛС.

Кроме того, разработанная математическая модель может быть использована для прогнозирования токсичности лигнокарбамидных смол с изменением входных параметров изучаемой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Анализ конденсационных полимеров / Л. С. Калинина, М. А. Моторина, Н. И. Никитина, Н. А. Хачапуридзе. - М.: Химия, 1984.- 296 с. [2]. Виршпа З., Бжезинский Я. Аминопласты.- М.: Химия, 1973.- 344 с. [3]. Власова Е. Г., Медведева Л. Н., Власова Н. В. Раздельное определение фенольных гидроксильных групп и свободного фенола в фенолоформальдегидных олигомерах методом высокочастотного титрования // Современные методы аналитического контроля на промышленных предприятиях: Материалы симпозиума.- М., 1991.- С. 79-82. [4]. Закис Г.Ф., Мекша В.М., Ринка Л.А. Взаимодействие лигнина с растворами гидроксида натрия при комнатной температуре // Химия древесины. - 1987.- № 3.- С. 46-54. [5]. Закис Г.Ф., Нейберте Б. Я., Мекша М. В. Аминопроизводные лигнинов//Химия древесины.- 1991.- № 4.- С. 3-21. [6]. Закис Г.Ф. Функциональный анализ лигнинов и их производных.- Рига: Зинатне, 1987.- 230 с. [7]. Кучанов С. И. Методы кинетических расчетов в химии полимеров.- М.: Химия, 1978.- 368 с. [8]. Сапотницкий С.А. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков.- М.: Лесн. пром-сть, 1989.- 360 с. [9]. Силинг М.И. Поликонденсация. Физико-химические основы и математическое моделирование.- М: Химия, 1988.- 256 с. [10]. Эльберт А.А., Предеина Н.И., Коврижных Л.П. Использование модифицированных лигносульфонатов при синтезе карбамидных смол // Лесн. журн. - 1993.- № 1.- С.88-90.- (Изв. высш. учеб. заведений). [11]. Lignosulfonate polymerization - effect of cross-linking agents / A.M. Bialski, H. Bradford., N.G.Lewis., C.E. Luthe // J.Appl. Polymer Sci. - 1986.- 31.- С.1363-1372. [12]. Wotten A.L., Sellers T., Paridah Md. Tahir. Reaction of formaldehyde with lignin//Forest Products J. - 1988.- 38, N 6.- P.45-46.

Поступила 5 февраля 1996 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*65

В. А. СОКОЛОВ, Л. С. МОРЕВА, О. А. ШАРАЕВА

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

Соколов Владимир Алексеевич родился в 1940 г., окончил в 1963 г. Брянский технологический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией лесоустройства Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. Имеет более 60 печатных работ по лесотаксационным исследованиям, организации лесного хозяйства и лесоуправления в Сибири.



Морева Лидия Сергеевна родилась в 1935 г., окончила в 1957 г. Красноярский педагогический институт, научный сотрудник Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. Имеет около 50 печатных работ в области районирования лесохозяйственного производства Сибири, кадастровой экономической оценки лесных ресурсов, прогнозирования развития и размещения лесохозяйственного производства Ангаро-Енисейского региона.



Шараева Ольга Александровна родилась в 1940 г., окончила в 1964 г. Сибирский технологический институт, научный сотрудник Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. Имеет более 50 печатных работ по вопросам кадастровой экономической оценки лесных ресурсов, прогнозирования развития и размещения лесохозяйственного производства Восточной Сибири.



**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСА НА КОРНЮ
НА ОСНОВЕ РЫНОЧНЫХ КРИТЕРИЕВ**

Рассмотрены вопросы ценообразования на продукцию лесного хозяйства. Разработан оценочный механизм, ориентированный на дифференциальную ренту.

The questions of price formation for forest products are analysed with the following elaboration of the assessment mechanism, oriented on differential rent.

Важнейшей предпосылкой повышения эффективности лесопользования следует считать создание экономического механизма его стимулирования на основе системы экономических оценок леса на корню. Разработка

такого механизма управления лесопользованием должна обеспечить материальную заинтересованность всех производственных звеньев в бережном и рациональном использовании лесных богатств. Известно, что эти богатства до некоторой степени преувеличены. По нашим укрупненным оценкам, даже в Сибири экономическая доступность лесов не превышает 40...50 %.

Запасы леса на корню не имеют кадастровой стоимостной оценки, эксплуатируются нерационально, без необходимой научно обоснованной ценовой базы.

Актуальность кадастровой оценки лесов подтверждается многочисленными публикациями на эту тему. Однако несмотря на большое число работ и широкий поиск путей совершенствования ценообразования на продукцию лесного хозяйства (лес на корню), до сих пор нет общепринятой методики построения отпускных цен на лес.

Теперь, когда осуществляются первые шаги по внедрению нового оценочного механизма в лесном хозяйстве, весьма важно учесть причины некоторых неудач прежних методических разработок, чтобы уверенно и обоснованно проводить дальнейшие преобразования. Раскрывая вопросы становления рыночных отношений в экономике лесопользования, многие авторы приходят к мнению, что критерием оценки леса на корню в настоящих условиях является дифференциальная рента. Необходимость полного изъятия избыточного дифференциального дохода при оценке леса убедительно изложена в работах ряда лесных экономистов [1, 4, 6, 7]. Однако хотя разработанные концепции и доведены до конкретных расчетов, но ввиду сложности последних и обилия требуемой исходной информации на практике они трудноприменимы.

В разработках А. П. Петрова [6], С. В. Починкова [7] расчет ренты, лежащей в основе цены леса на корню, предлагается вести, исходя из цен на продукцию деревообработки, т. е. пиломатериалов, представляющих наибольший потребительский интерес на рынке сбыта. Однако это не только усложняет и увеличивает расчеты, но и вообще не нужно. Так, виднейший теоретик ренты Э. П. Креслин [2] писал: «Для деревообрабатывающей промышленности, основным сырьем для которой является древесина, выступающая как товар лесодобывающей промышленности, рента не имеет непосредственного значения. Рента, получаемая лесовладельцами, не создается в деревообрабатывающей промышленности. Рыночная цена продуктов деревообрабатывающей промышленности регулируется ценой их производства. В цене лесоматериалов лесодобывающей промышленности, покупаемой лесозаводчиками как сырье для дальнейшей обработки, рента уже дана. Она лишь входит как неотъемлемая часть в цену производства товаров деревообрабатывающей промышленности. Весь ранее овеществленный труд не изменяется, а к нему лишь присоединяется новый труд, создающий прибавочную стоимость и, следовательно, прибыль капитала деревообрабатывающей промышленности».

Совершенно очевидно, что не обязательно определять ренту из цен деревообработки как цен более высокого уровня, так как она по своей сути и

величине та же, что и в цене лесоматериалов. Когда же речь идет о применении цен более высокого уровня, то имеются в виду, например, цены мирового уровня, но на круглый лес. Это отмечал еще В. И. Переход [5]: «Неизвестно, как будет изменяться ценность леса в будущем. Быть может, когда откроются заграничные рынки, мы будем исчислять по ним таксу на лесные материалы».

Экономическая оценка лесов – это завершающий этап в изучении закономерностей всей хозяйственной деятельности в лесу, начиная с лесовыращивания и кончая изъятием готовой продукции. Она сводит воедино многочисленные природные и экономические условия и через них отражает относительную ценность для общества того или иного участка леса. Другими словами, лес является многофакторной системой и потому представляет собой достаточно сложный объект для экономической (стоимостной) оценки. К указанным сложностям прибавляются трудности в анализе формирующихся рыночных отношений, сопровождающихся негативными инфляционными процессами, общей нестабильностью экономической системы и т. п. В таких условиях сбор своевременной полной и достоверной информации, необходимой для расчетов, представляет значительные трудности даже в централизованном порядке.

Нами предложен метод определения цен леса на корню, позволяющий использовать накопленный отечественный и зарубежный опыт и в некоторой степени избежать отмеченных трудностей. В своих расчетах мы исходили из определения цены по региону (краю) с последующей корректировкой ее по лесохозяйственным районам в зависимости от природно-географических и производственных условий. Предлагаемая методическая основа платежей за лес на корню и соответствующие критерии его ценности получили практическое применение при разработке региональных ставок лесных податей и арендной платы за пользование участками лесного фонда в Красноярском крае.

В основу цен леса на корню заложены рыночные (биржевые) цены на продукцию лесозаготовок и производственные затраты на заготовку древесины с учетом нормируемой прибыли. Критерием оценки при этом является рента (избыточный доход, сверхприбыль), образующаяся у предприятий в результате эксплуатации ресурсов различного качества и местоположения. В ходе работы решены следующие задачи:

подобраны ключевые объекты для проведения экспериментальных расчетов. В качестве таких объектов приняты лесные предприятия (лесхозы) в лесохозяйственных районах Красноярского края (в зоне развивающегося лесопользования, перспективной для освоения), а также предприятия лесной промышленности, ведущие заготовки на их территориях;

собраны экономические показатели указанных предприятий, изучено влияние эксплуатационных условий на сравнительную эффективность освоения ими лесных ресурсов, различных по продуктивности и местоположению;

произведен анализ рыночных цен на лесопroduкцию за предшествующий период (год, квартал), изучены условия реализации (планируемая прибыль, налоги и т. п.);

проведены экспериментальные расчеты ставок платы за лес на корню по лесохозяйственным районам края.

Изложенные принципы и программно-методические положения разработаны в соответствии с Основами лесного законодательства Российской Федерации и новым Лесным кодексом Российской Федерации [3], а также Положением об аренде участков лесного фонда от 24.03.98 г.

В странах рыночной экономики основополагающим в производственных отношениях, прежде всего в ценообразовании, является принцип общественной полезности. Поэтому критерием потребительской ценности лесных ресурсов, как отмечено выше, должна выступать дифференциальная рента, основным определителем размера которой является рыночная цена на лесопroduкцию.

В основе лесных податей и арендной платы лежит цена леса на корню, поэтому принципы расчета размеров этих платежей аналогичны и выражаются уравнениями

$$C_k = C_p - Z_n - P_n; \quad (1)$$

$$AP (ЛП) = C_k + 0,05C_k, \quad (2)$$

где C_k - цена 1 м^3 леса на корню, р.;

C_p - рыночная цена 1 м^3 круглого леса, р.;

Z_n - затраты на заготовку 1 м^3 древесины (без попенной платы), р.;

P_n - норма прибыли при заготовке 1 м^3 древесины, р.;

AP - арендная плата, р. за 1 м^3 ;

$ЛП$ - лесные подати, р. за 1 м^3 .

Для формул (1) и (2) используют среднерегionalные (краевые) показатели, сложившиеся на момент реализации лесопroduкции. В состав лесных податей и арендной платы кроме цены леса на корню включается плата за землю. В связи с отсутствием общепринятой методики определения нормативной цены земли эта плата принимается в размере 5 % от рассчитанной цены леса на корню (согласно Инструкции о применении «Закона РСФСР о плате за землю» № 21 от 16.04.92 г.).

Размеры ставок лесных податей по породам и классам крупности определяют в соответствии с их соотношением в Прейскуранте такс на древесину на корню от 01.01.92 г. Общий размер лесных податей устанавливают исходя из объема отпуска леса по породам и товарной структуры древесостоя. Размеры ставок арендной платы также находят как сумму цены на корню и платы за землю. Эти ставки определяют по породам, а общий размер арендной платы рассчитывают исходя из размера расчетной лесосеки.

Так устанавливают среднерегionalную цену леса на корню, а также лесные подати и арендную плату за один обезличенный кубометр круглого леса. Затем корректируют региональную ставку каждого вида платежей по лесохозяйственным районам. В качестве корректирующих коэффициентов отобраны главные факторы природно-производственного характера: сред-

ний запас на 1 га как показатель природных условий и качества лесного фонда и себестоимость заготовки 1 м³ древесины как показатель, совокупно отражающий производственные и организационно-технические условия. Полученные коэффициенты (индексы) объединяют для удобства расчетов в интегральный индекс природно-производственных условий.

При оценке леса на корню немаловажное значение имеют многие факторы производства: экономическое плодородие, эксплуатационная доступность лесов, ориентация производства. Одним из важнейших показателей является предпринимательская прибыль. Обоснование ее остается сложным. В. И. Переход [5] писал: «При определении корневой цены из рыночной стоимости производилось вычитание расходов на эксплуатацию и предпринимательской прибыли (величина проблематичная)». Можно лишь предполагать, что она также зависит от большого количества факторов природно-производственного характера, как управляемых, так и неуправляемых, и общей экономической ситуации. Поэтому в качестве рентаобразующих факторов, используемых для расчета корректирующих коэффициентов, нами, как уже отмечено, выбраны два главных, своего рода синтезирующих показателя: запас леса на 1 га и себестоимость заготовки 1 м³ древесины. В них опосредованно отражены такие факторы, как средний диаметр, бонитет, товарность, средний объем хлыста, расстояние вывозки; в себестоимости заготовки через заработную плату учтены районные (поясные) коэффициенты и т. п. Интегральный индекс, включающий эти показатели, достаточно полно отражает разнообразие природно-производственных условий территории.

Применение описанного приема значительно упрощает расчеты ставок платежей за лес на корню; удобство его определяется тем, что, производя основной (базовый) расчет региональной ставки, можно затем с помощью соответствующих индексов довести расчеты до любого хозяйственного звена (лесохозяйственный район, отдельное предприятие, лесничество, лесосека). При кажущейся условности метод имеет свои вполне очевидные преимущества. Принятие среднерегionalной ставки цены леса на корню в качестве базовой не противоречит принятому подходу к оценке, поскольку понятие «средняя величина» взято нами не в общепринятом смысле. Используемый метод – преобразования, корректировки – приемлем в том случае, когда сложно или невозможно рассчитать основной показатель по конкретным позициям, корректирующие же показатели известны. В расчетах рента формируется в соответствии с присущими ей принципами и правилами определения: это сверхприбыль, образующаяся за счет различия в величине любого рентаобразующего фактора по сравнению с соответствующим фактором в худших условиях; конкретно она выражается разницей рыночной и индивидуальной цен единицы продукции, затем ее размер корректируется с помощью коэффициентов (индексов), учитывающих различия в природно-производственных условиях.

Ставки цен леса на корню, лесных податей и арендной платы, рассчитанные в ходе исследований, являются по своей сути новыми экономическими нормативами, которые, как и любой норматив, должны периодически

ски пересматриваться на основе анализа местных и федеральных законодательных и нормативных документов, а также общих тенденций в экономике. В частности, следует учитывать уровень инфляции и своевременно индексировать ставки цен леса на корню (например через полугодие или квартал).

Практический опыт использования ставок платежей за лесные ресурсы, построенных на рентной основе, в целом будет способствовать созданию эффективного экономического регулятора, увеличивающего возможности реализации принципа рационального хозяйствования, лежащего в основе ресурсосберегающей лесной политики. Они могут быть использованы в виде полезной информации в лесном кадастре, а также при текущем отводе лесосечного фонда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Воронков П. Т. О задачах экономической оценки лесных земель//Вопросы экономики и организации производства. - Красноярск, 1972.- С. 74-79. [2]. Креслин Э. П. Рентное лесное хозяйство в России. - М.: Гослестехиздат, 1934.- 160 с. [3]. Лесной кодекс Российской Федерации / ВНИИЦлесресурс.- М., 1997.- 66 с. [4]. Логацкий В. Н. Методы определения арендной платы при многоцелевом лесопользовании//Лесн. журн. - 1991.- № 3.- С. 107-112. - (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Переход В.И. К учению о ценности леса.- Кострома, 1919.- 34 с. [6]. Петров А.П. Налоги и платежи за лесные ресурсы в условиях рынка//Лесн. хоз-во.- 1992.- № 8.- С. 19. [7]. Починков С.В. Цена леса в условиях рынка // Лесн. хоз-во.- 1992. - № 12.- С. 18-21.

Поступила 5 декабря 1995 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630* 89: 581.6

А.Г. ИЗМОДЕНОВ

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН

Измоденнов Анатолий Григорьевич родился в 1930 г., окончил в 1954 г. Сибирский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией продуктов леса Института водных и экологических проблем ДВО РАН. Имеет 165 печатных работ в области исследования продуктов леса.



ПРОДУКЦИОННАЯ ФЛОРА БОЛЬШЕХЕХИРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Дана характеристика растительности как продукционной флоры. Показана необходимость инвентаризации угодий в заповеднике, составления продукционной картотеки, образования на прилегающей территории плантаций овощных и других растений.

The vegetation is characterized as productional flora. The necessity of inventoring the areas of the national park, making up the productional card index of forming vegetable and other plants plantations is proved.

Хехцирский хребет отделен от горной системы Сихотэ-Алиня Среднеамурской низменностью. С запада он примыкает к устью р. Уссури и тянется под небольшим углом вдоль Амурской протоки.

Хехцир – обособленная гряда гор, покрытых густой разнообразной растительностью. Его называют малой Лесной Уссурой, так как он является частицей всей Уссуры с нескончаемыми лесами уссурийского типа.

Протяженность Хехцира – 50 км, ширина – 10 км, Уссуры в целом – 1000 и 300 км. Площадь Хехцира в 600 раз меньше Уссуры и в 12 тыс. раз – Дальнего Востока, продукционная же флора – соответственно всего лишь на 30 и 40 %. В продукционном исчислении овощных растений насчитывается 90 названий (158 ботанических видов), что составляет 94 (85) % от овощной группы уссурийской продукционной флоры и 86 (75) % от дальневосточной овощной флоры. Соковых растений – 3 (7) вида, это 100 (78) и 100 (61) %. Ягодных растений – 30 (50) видов, или 70 (73) и 53 (43) %. Ореховых – 4 (4) вида, т. е. 57 (29) % от уссурийской и столько же от дальневосточной орехо-

вой флоры. Медоносных, пергоносных и прополисоносных растений – 170, лекарственных – 390 видов, их доля – 68 (56) % от этой категории растений, растущих на всей территории Дальнего Востока.

Существенную часть Хехцира занимает Большехехцирский заповедник. Представленность продукционной флоры в нем такая же, как и в целом на всем массиве. Разнообразные растения сконцентрированы здесь на компактной территории. Это живая природная коллекция, с которой необходимо регулярно работать. Натуралистические исследования в виде описаний, подсчетов и измерений на постоянных учетных площадях нужны для: инвентаризации видов по жизненным формам, биоморфам и условиям произрастания; изучения закономерностей морфодинамики продуцентов и продуктов с фиксацией урожая; выявления эталонов и экзоталонов; описания высокопродуктивных особей, клонов, популяций; оценки явления гигантизма; составления продукционных картотек.

Одни из перечисленных работ возможны в перспективе, другие, например инвентаризация продукционной флоры, желательно начинать уже сейчас собственными силами с привлечением специалистов.

Картотека накапливается в результате обследований и инвентаризации всего перечня продукционных растений, произрастающих в заповеднике, с подразделением продуцентов и продуктов на пищевые (орехи, ягоды, соки, мед, грибы, фиты, овощи и др.), лекарственные, парфюмерные, почвоудобряющие, нестволовые технические, кормовые, поделочные, бытовые. Наиболее интересны для лесопромышленного хозяйства в настоящее время айр, лимонник, гастродия, шульты, акантопанакс, аралия, зубровка, лабазник, валерьяна, пустырник, патриция, ромашка, борщевик, белокопытник, софора, трапа, аконит, диоскорея, барбарис, виноград, орляк, чистоус, страусопер, бубенчики, лапчатка, липа, мята, тысячелистник, спорыш, полынь, актинидия, свидина, элеутерококк, черемша, чистотел, шандра. Подробные сведения о них нужны не только для заповедника, но и для организации режимного пользования в целом в лесах Дальнего Востока.

Полученные в заповеднике материалы послужат делу отбора, селекции и введения в культуру новых видов лесной флоры. На этой основе вполне реально выйти на лесопромышленное хозяйство на территории, прилегающей к заповеднику. Необходимо создать плантации: естественные охраняемые, облагороженные (организация, уход, содействие росту и воспроизводству), окультуренные (подсадка, подсев); генофондовые (набор по видам – живая коллекция); возделываемые (посадка, посев природных форм); селекционные (отбор природных форм и их селекционирование).

Работу эту следует осуществлять в заповеднике или в лесхозе под руководством сотрудников заповедника. Было бы надежнее прирезать к заповеднику необходимые для лесопромышленного хозяйства площади в качестве лесохозяйственной зоны.

Лесопромышленное хозяйство на пограничных с заповедником площадях явится комплексной научно-производственной базой, которая предваряет информацию о лесопромышленной флоре заповедника; дает

право на сбор, раскопки, взятие модельных особей и производственную деятельность; выполняет роль пунктов туризма, экологического и технологического обучения. Это своего рода преддверье заповедника и одновременно выход на хозяйство и показ практического значения местной флоры.

УДК 630*283:630*5

В. Н. КОСИЦЫН

ВНИИЛМ

Косицын Владимир Николаевич родился в 1959 г., окончил в 1985 г. Московский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела многоцелевого лесопользования и лесоустройства ВНИИЛМа. Имеет около 20 печатных трудов в области исследования продуктивности недревесных растительных ресурсов леса.



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ УЧЕТА ПЛОЩАДИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДНИКОВ

Обоснована необходимость учета при инвентаризации ресурсов дикорастущих ягод проективного покрытия площади ягодником. На примере морошки предложен камеральный метод расчета этого показателя.

The necessity of accounting the project areas covering with wild berries has been proved in inventory of wild berry resources. Taking cloudberry as an illustration, the chamber method of calculating this value has been suggested.

В практике современного лесоустройства площадь распространения дикорастущих ягодных растений определяется при наземной таксации древостоев. Таксатор визуальным способом фиксирует процент проективного покрытия ягодником площади лесотаксационного выдела (P_b). Однако он не учитывает густоту самой заросли ягодника (P_3), механически принимая ее за 100 %. В результате таксатор дает завышенную оценку площади распространения ягодного растения в пределах выдела, что влечет за собой ошибку в определении биологического запаса ягод.

В некоторых региональных методиках [4, 5] при проведении полевых лесоустроительных работ предлагается определять сразу два показателя (P_b и P_3), используя для учета последнего довольно трудоемкий метод учетных площадок [3].

Выход из данной ситуации видится в выявлении устойчивых зависимостей между P_3 и таксационными характеристиками древостоя, с помощью которых можно было бы определять P_3 в камеральных условиях.

В качестве объекта исследований была выбрана морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.), широко распространенная в заболоченных таежных лесах Севера.

Полевые работы проводили в наиболее типичных лесных местообитаниях морошки в подзонах предтундровых лесов (Усть-Цилемский МЛХ Республики Коми) и южной тайги (Борисово-Судский ЛХ Вологодской области) в течение 1992 и 1993 гг.

В каждом отобранном лесотаксационном выделе прокладывали с помощью буссоли ход, по линии которого, на участках с зарослью морошки, равномерно закладывали по 100 учетных площадок размером 1×1 м для определения P_3 морошки методом квадрат-сетки, а также круговые пересчетные площадки постоянного радиуса для определения таксационных характеристик древостоя. Число круговых пересчетных площадок и их размер устанавливали по нормативным таблицам [1, 2]. В камеральных условиях полевые материалы обрабатывали на ЭВМ ЕС-1033М.

Согласно результатам однофакторного дисперсионного анализа географический фактор имеет высокую достоверность ($F_{\phi}=18,22 > F_{st\ 0,001}=11,9$) и с большой силой ($\eta^2 = 35\%$) влияет на изменение показателя P_3 морошки. В обеих изучаемых подзонах фактор тип леса также достоверно влияет на вариабельность P_3 морошки; в подзоне южной тайги $F_{\phi}=22,9 > F_{st\ 0,001}=5,79$, $\eta^2=37,8\%$, в подзоне предтундровых лесов $F_{\phi}=7,07 > F_{st\ 0,001}=4,45$, $\eta^2=23,3\%$.

В связи с этим дальнейшие исследования проводили только в наиболее продуктивных для ягодника типах леса – сосняке сфагновом (подзона южной тайги) и кустарничково-сфагновом (подзона предтундровых лесов).

Как показали результаты корреляционно-регрессионного анализа, с P_3 морошки наиболее тесно связаны возраст и запас древостоя. Они являются комплексными лесотаксационными показателями, во многом отражающими условия местопроизрастания конкретного фитоценоза. Лучшая аппроксимация зависимостей P_3 морошки (y , %) от возраста (x_1 , лет) и запаса (x_2 , м³/га) древостоя достигается уравнениями множественной регрессии: для сосняка сфагнового

$$y = -46,0 + \frac{5851,9}{x_1} + 0,0018x_2^2; \quad (1)$$

для сосняка кустарничково-сфагнового

$$y = -4,51 - \frac{2750879,0}{x_1^3} + 0,95x_2 - 0,0073x_2^2. \quad (2)$$

Высокие значения коэффициентов множественной корреляции (соответственно по типам леса 0,86 и 0,73) свидетельствуют о тесной связи между рассматриваемыми переменными.

На основании полученных уравнений регрессии составлены расчетные таблицы величин P_3 морошки. Значения возраста и запаса древостоя, являющиеся входными данными в них, можно найти в таксационном описании нужного выдела. В качестве примера приводится сокращенный вариант одной из таких расчетных таблиц для сосняка сфагнового.

Возраст, лет	Проективное покрытие в заросли морошки, %, в зависимости от запаса древостоя, м ³ /га			
	50	70	90	110
60	56,0	60,4	66,1	73,3
80	31,7	36,0	41,7	48,9
100	17,0	21,3	27,1	34,3
120	7,3	11,6	17,4	24,6

Расчетные таблицы значений P_3 морошки следует использовать, прежде всего, для корреляции величин P_6 морошки в целях более точного учета площади распространения зарослей ягодника в пределах площади лесотаксационного выдела, квартала, лесничества, лесхоза и т. д. и, следовательно, достоверной оценки объема запасов ягод морошки. Именно в этом аспекте они могут найти практическое применение при решении задач лесоустроительного проектирования, составления лесного кадастра, ресурсоведческого картографирования, передаче участков лесного фонда в кратко- и долгосрочное пользование, ведении хозяйства на морошку в комплексных лесохозяйственных предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России.- М.: Рослесхоз, 1995.- Ч.1.- 174 с. [2]. Методические указания по математико-статистической инвентаризации леса.- Пушкино: ВНИИЛМ, 1975.- 36 с. [3]. ОСТ 56-83-85. Ягоды, плоды и орехи дикие. Методы определения урожая и ресурсов.- М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1985.- 10 с. [4]. Учет недеревесных растительных ресурсов леса при лесоустройстве. - Каунас: ЛитНИИЛХ, 1979.- 12 с. [5]. Учет урожая ягод и лекарственного сырья в лесах Карелии.- Петрозаводск: Ин-т леса, 1982.- 24 с.

УДК 536.244.45

С. И. ОСТАШЕВ, Э. Н. САБУРОВ

Архангельский государственный технический университет



Осташев Сергей Иванович родился в 1947 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры теплотехники Архангельского государственного технического университета. Имеет более 70 печатных трудов в области исследования аэродинамики и конвективного теплообмена в циклонных устройствах различного технологического назначения.



Сабуров Эдуард Николаевич родился в 1939 г., окончил в 1961 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теплотехники, проректор по научной работе Архангельского государственного технического университета, академик Российской и Международной инженерных академий, Российской академии естественных наук, заслуженный деятель науки и техники РФ. Имеет более 300 публикаций в области аэродинамики и конвективного теплообмена в сильно закрученных потоках, их использования для интенсификации процессов теплообмена в аппаратах различного технологического назначения.

О СОПРОТИВЛЕНИИ ЦИКЛОННЫХ ЭЛЛИПСНЫХ КАМЕР*

Приведены результаты экспериментального исследования сопротивления циклонных эллипсных камер и даны рекомендации для его расчета.

The results of experimental investigation on the resistance of cyclone ellipse chambers are given as well as the recommendations for its calculation.

Расчет сопротивления циклонных камер независимо от технологического назначения (сушильная установка, классификатор, топка и др.) является одной из важнейших задач их проектирования. Общее сопротивление камеры ΔP_n (ΔP_n – разность полных давлений на входе $P_{п.вх}$ и выходе $P_{п.вых}$) чаще всего определяют по суммарному коэффициенту сопротивления

$$\xi_{\Sigma} = \frac{2\Delta P_n}{\rho_{вх} v_{вх}^2} = \frac{2(P_{п.вх} - P_{п.вых})}{\rho_{вх} v_{вх}^2}, \quad (1)$$

где $\rho_{вх}$, $v_{вх}$ – плотность и средняя скорость потока во входных шлицах.

В обычных (круглых) циклонных камерах при вводе газа в рабочий объем через несколько шлицев одинакового размера $v_{вх}$ в каждом из них

* Работа выполнена по программе гранта 66Гр-98 в области фундаментальных исследований энергетики и электротехники.

практически одинакова, так как общее сопротивление циклонного устройства обычно является наибольшим в системе воздухообеспечения.

Иногда для анализа влияния различных факторов суммарный коэффициент сопротивления раскладывают на составляющие:

$$\zeta_{\text{ввх}} = \zeta_{\text{вх}}^{\text{вх}} + \zeta_{\text{вх}}^{\text{к}} + \zeta_{\text{вх}}^{\text{ввх}}, \quad (2)$$

где $\zeta_{\text{вх}}^{\text{вх}}$ – входная составляющая коэффициента сопротивления,

$$\zeta_{\text{вх}}^{\text{вх}} = 2(P_{\text{п. вх}} - P_{\text{п1}}) / (\rho_{\text{вх}} v_{\text{вх}}^2);$$

$P_{\text{п. вх}}, P_{\text{п1}}$ – среднеинтегральные значения полного давления в шлицах и поперечном сечении камеры в плоскости ввода потока;

$\zeta_{\text{вх}}^{\text{к}}$ – составляющая коэффициента сопротивления, учитывающая затраты напора на создание крутки и потери на внешнее и внутреннее трение (в эллипсных камерах к $\zeta_{\text{вх}}^{\text{к}}$ следует отнести еще и потери напора, связанные с изменением радиуса кривизны боковой поверхности, особенно в вершинах эллипса на оси сжатия),

$$\zeta_{\text{вх}}^{\text{к}} = 2(P_{\text{п2}} - P_{\text{п3}}) / (\rho_{\text{вх}} v_{\text{вх}}^2);$$

$P_{\text{п2}}, P_{\text{п3}}$ – среднеинтегральные значения полного давления в сечениях вблизи выходного и глухого торцов (на границах зон торцевых перетечек);

$\zeta_{\text{вх}}^{\text{ввх}}$ – выходная составляющая коэффициента сопротивления,

$$\zeta_{\text{вх}}^{\text{ввх}} = 2(P_{\text{п2}} - P_{\text{п. ввх}}) / (\rho_{\text{вх}} v_{\text{вх}}^2).$$

Конечно, такое разделение $\zeta_{\text{вх}}$ весьма условно, однако в ряде случаев оказывается весьма полезным для качественной оценки изменения общего сопротивления.

Существуют приближенные аналитические методы определения сопротивления циклонных камер. Основные из них рассмотрены в работе [7]. Метод определения $\Delta P_{\text{п}}$ и $\zeta_{\text{вх}}$, основанный на упрощенных аппроксимациях распределения тангенциальной составляющей скорости в рабочем объеме, разработан на кафедре теплотехники АГТУ [2, 3]. Однако для циклонных камер оригинальных конструкций, в том числе и эллипсных, основным методом нахождения $\Delta P_{\text{п}}$ и $\zeta_{\text{вх}}$ пока все еще остается эксперимент.

Опыты выполнены нами на эллипсных циклонных камерах с двухсторонним тангенциальным вводом воздушного потока.

На рис. 1 показано расположение шлица на боковой поверхности одной из циклонных эллипсных камер и местоположение точек замера статического давления в нем. Для определения

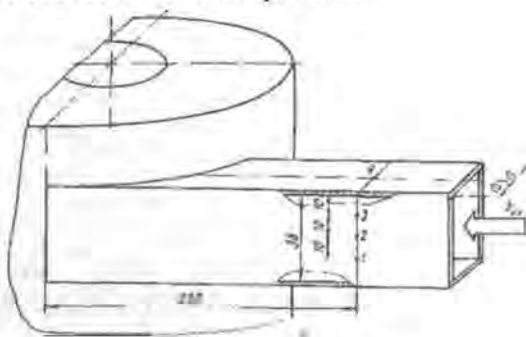


Рис. 1. Схема шлица циклонной эллипсной камеры

* В работе принимал участие инженер Ю. А. Власов.

статического давления в точках 1 – 4 стенки шлица имели отверстия диаметром 0,5 мм. Ось отверстий нормальна к поверхности стенки, кромки тщательно зачищены для исключения возможных выступов и заусенцев. Местоположение точек замера статического давления в обоих шлицах одинаковое. Воздух в шлицы подавали по индивидуальным трубопроводам, что позволяло иметь данные о его расходе через каждый из них. Площадь поперечного сечения шлица $f_{\text{вх}}$ составляла $38 \times 40 \text{ мм}^2$. Оси их расположены в одной поперечной плоскости. Специальными вкладышами, выполненными из текстолита, изменяли площадь входа шлицев. Их относительная суммарная площадь входа $\bar{f}_{\text{вх}} = 4 f_{\text{вх}} / \pi D_k^2$ (D_k – условный эквивалентный диаметр циклонной камеры, имеющей ту же площадь поперечного сечения, что и эллипсная) в опытах составляла $(2,00 \dots 4,77) \cdot 10^{-2}$. Газы из камеры выводили через соосное с рабочим отверстием отверстие, относительный диаметр которого $\bar{d}_{\text{вых}}$ ($\bar{d}_{\text{вых}} = d_{\text{вых}} / D_k$) варьировали от 0,2 до 0,7.

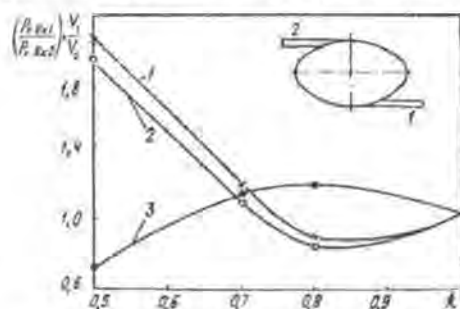


Рис. 2. Изменение соотношений избыточного статического давления в шлицах (1, 2) и расхода газа через них (3) в зависимости от коэффициента сжатия циклонной эллипсной камеры:
 1 – $(p_{c,вх1} / p_{c,вх2})_2$; 2 – $(p_{c,вх1} / p_{c,вх2})_{\text{ср}}$;
 3 – V_1 / V_2

ковой поверхности шлицев ($p_{c,вх1} / p_{c,вх2}$) в зависимости от k . На рис. 2 эти данные представлены в двух вариантах обработки: по значениям избыточного статического давления в точке замера 2 на рис. 1 ($p_{c,вх1} / p_{c,вх2}$) и по средним значениям $p_{c,вх1}$ и $p_{c,вх2}$ в точках 1 – 4 ($p_{c,вх1} / p_{c,вх2}$)_{ср}. Изменение обеих характеристик полностью определяется особенностями аэродинамики циклонной эллипсной камеры, рассмотренными в работах [1, 4]. К ним прежде всего следует отнести смещение оси потока с оси рабочего объема и неравномерное истечение газа по периметру выходного отверстия. Можно предположить, что неравномерность раздачи воздуха по шлицам в эллипсных камерах, кроме k , зависит и от ее безразмерных геометрических характеристик: от координаты ввода газа по периметру рабочего объема $x_{\text{вх}} = x_{\text{вх}} / a$, диаметра выходного отверстия камеры $\bar{d}_{\text{вых}}$, площади входа $f_{\text{вх}}$ и

На рис. 2 показано изменение соотношения расходов воздуха через шлицы 1 и 2 (V_1 / V_2) в зависимости от коэффициента сжатия эллипса $k = b / a$ (a, b – полуоси эллипса). Из рис. 2 видно, что изменение соотношения V_1 / V_2 (кривая 3) в зависимости от k не монотонно, максимум ($V_1 / V_2 = 1,14$) наблюдается при $k \approx 0,8$. Равная раздача газа по шлицам имеет место в круглой ($k = 1,0$) и эллипсной ($k = 0,625$) камерах. В других случаях распределение воздуха по шлицам эллипсных камер неравномерное. Это подтверждается и изменением соотношения значений избыточного статического давления на бо-

длины камеры $\bar{L}_k = L_k / D_k$. Для выяснения влияния этих и других параметров на неравномерность раздачи газа по шлицам, вероятно, потребуется проведение специального исследования. Поэтому в данной работе коэффициент сопротивления $\zeta_{вх}$ и его составляющие определяли по общему расходу и среднеарифметическим значениям $p_{с.вх}$ для шлицев 1 и 2.

Значение коэффициента $\zeta_{вх}$ в значительной степени зависит от местоположения шлицев на образующей эллипсной камеры (рис. 3). В рассмотренных в работе вариантах подвода воздуха $x_{вх}$ соответственно составляет $-0,6; 0,0; 0,6; 1,0$ (варианты 1 - 4). Максимальное значение $\zeta_{вх}$ наблюдается при $x_{вх} \approx 0,1$, минимальное - при $x_{вх}$, близком 1. Входная составляющая $\zeta_{вх}^{вх}$ в процентах от $\zeta_{вх}$ для рассмотренных вариантов ввода воздуха соответственно равна 53; 19; 16; 44, выходная $\zeta_{вх}^{вых}$ - 37, 77, 83, 41. При упорядоченном течении (варианты 2 и 3), как и в обычных циклонных круглых камерах, выходная составляющая является наибольшей и лишь при наименее рациональном вводе воздуха ($x_{вх} \approx 1,0$)

может быть несколько меньше. В варианте 2 площадь выхода потока из камеры примерно в два раза больше, чем в варианте 4. Величина входных потерь определяется возможностями расширения струи на входе в камеру и величиной статического давления в этой зоне. Наименьшие потери напора на входе в камеру имеют место при $x_{вх} \approx 0,4$. Потери в рабочем объеме камеры являются минимальными из всех составляющих общих потерь. Представленные на рис. 3 данные относятся к камере со следующими параметрами: $k = 0,75$; $\bar{L}_k = 2,11$; $f_{вх} = 4,84 \cdot 10^{-2}$; $\bar{d}_{вых} = 0,4$. Однако отмеченные особенности изменения составляющих $\zeta_{вх}$ в зависимости от $x_{вх}$, вероятно, сохраняются и при других их значениях.

На рис. 4 приведены опытные значения $\zeta_{вх}$ и его составляющих для камеры с $\bar{L}_k = 1,65$, $f_{вх} = 4,77 \cdot 10^{-2}$, $\bar{d}_{вых} = 0,4$ при различных значениях коэффициента сжатия эллипса k . Представленные данные подтверждают ранее установленную [4] особенность аэродинамики циклонной эллипсной камеры: циклонным (в обычном понимании) является течение в ней лишь при $0,7 < k < 1$. При $k < 0,7$ активной остается только зона течения у боковой поверхности рабочего объема, поток приобретает свойства струи, распространяющейся у поверхности с переменной по длине траектории кривизной. В этом случае коэффициент $\zeta_{вх}$ и его составляющие имеют сравнительно небольшие значения и практически не зависят от k . При циклонном движении в камере зависимость $\zeta_{вх}(k)$ не монотонна, а выходная составляющая коэф-

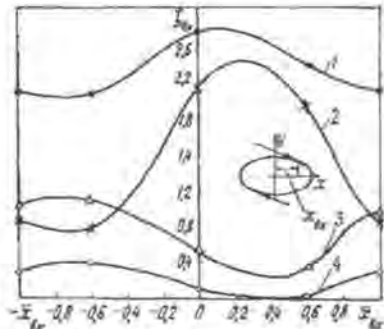


Рис. 3. Изменение суммарного коэффициента сопротивления камеры (1) и его составляющих (2 - 4) в зависимости от местоположения входных шлицев: 1 - $\zeta_{вх}$; 2 - $\zeta_{вх}^{вх}$; 3 - $\zeta_{вх}^{вых}$; 4 - $\zeta_{вх}^k$.

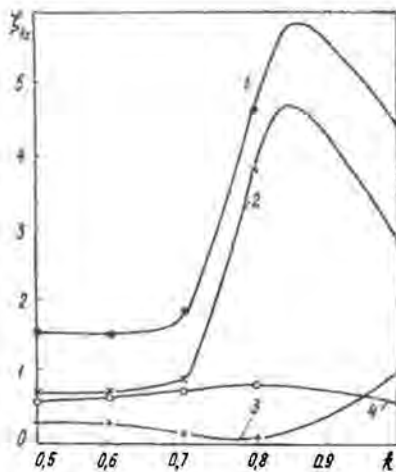


Рис. 4. Суммарный коэффициент сопротивления (1) и его составляющие (2-4) при различных значениях коэффициента сжатия эллипсной циклонной камеры (см. обозначения на рис. 3)

фициента $\zeta_{\text{вх}}$ является максимальной. Максимум $\zeta_{\text{вх}}$ и его выходной составляющей наблюдается при $k \approx 0,85$. Зависимость $\zeta_{\text{вх}}(k)$ имеет минимум при $k = 0,75$, а $\zeta_{\text{вх}}^k(k)$ – максимум при $k = 0,8$. Полученный характер изменения составляющей $\zeta_{\text{вх}}^k$ позволяет отметить, что на ее величину и соотношение с $\zeta_{\text{вх}}^{\text{вх}}$ существенное влияние оказывают потери напора, связанные с изменением радиуса кривизны боковой поверхности камеры по траектории движения потока.

Максимальное значение $\zeta_{\text{вх}}$ при одних и тех же значениях \bar{L}_k , $\bar{f}_{\text{вх}}$, $\bar{d}_{\text{вых}}$ и эквивалентном D_k зависит от коэффициента сопротивления круглой камеры $(\zeta_{\text{вх}})_{k=1}$. Его можно вычислить по формуле

$$(\zeta_{\text{вх}})^{\text{max}} = (\zeta_{\text{вх}})_{k=1} \left(0,79 + \frac{0,62}{\bar{f}_{\text{вх}}^{0,22}} \right) [1 + 4,64 (\bar{f}_{\text{вх}} - 0,02)^{0,91}]. \quad (3)$$

Наибольшие значения $\zeta_{\text{вх}}^{\text{max}}$ наблюдаются при

$$k = k_{\text{max}} = [0,89 - 0,051 (\bar{d}_{\text{вых}})^{1,61}] [1 + 0,26 (\bar{f}_{\text{вх}} - 0,02)^{0,33}]. \quad (4)$$

В таблице приведены значения $\zeta_{\text{вх}}$ для камеры с $L_k = 1,5$.

$\bar{d}_{\text{вых}}$	$\bar{f}_{\text{вх}} \cdot 10^2$	Коэффициент сопротивления при различных значениях k			
		0,5	0,7	0,8	1,0
0,2	2,00	2,58	3,90	6,60	4,80
0,4	2,00	2,09	2,44	3,22	2,45
0,6	2,00	2,06	2,19	2,51	1,88
0,7	2,00	2,06	2,13	2,48	1,75
0,6	3,00	1,91	2,16	2,53	2,37
0,6	4,77	1,40	1,93	2,41	3,15

Суммарный коэффициент сопротивления небольших по длине циклонных эллипсных камер при $0,7 < k \leq 1,0$ имеющих близкий к рациональному двухсторонний ввод газов, может быть определен по следующему эмпирическому уравнению:

$$\zeta_{\text{сж}} = \zeta_{\text{сж}}^{\text{max}} \left[\frac{100 \bar{d}_{\text{вх}} (k/k_{\text{max}})}{(100 \bar{d}_{\text{вх}} - 1)(k/k_{\text{max}})^m} \right]^n, \quad (5)$$

где $m = 37,6 \bar{d}_{\text{вх}}^{0,46}$,
 $n = 0,39 \bar{d}_{\text{вх}}^{-1,29}$.

Формула (5) получена при условии автомодельности течения потока в циклонной эллипсной камере, которая действительно имеет место в широком диапазоне геометрических и режимных характеристик камеры с $f_{\text{вх}} = 2 \cdot 10^{-2}$ (рис. 5). При этом число Рейнольдса $Re = v_{\text{вх}} D_k / \nu_{\text{вх}}$ (где $\nu_{\text{вх}}$ – коэффициент кинематической вязкости при параметрах потока в шлицах). При больших k в эллипсных, так же как и в круглых камерах [5, 6], может иметь место небольшая неавтомодельность течения (рис. 5), которой в технических расчетах можно пренебречь.

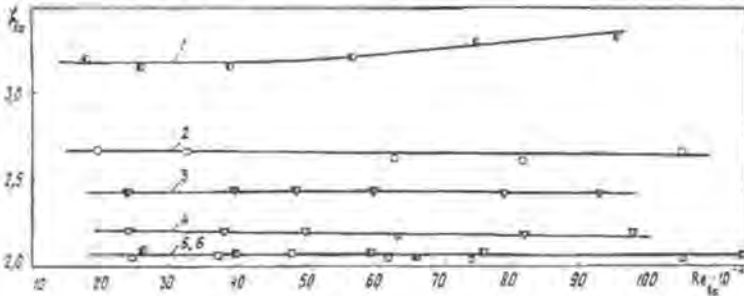


Рис. 5. Зависимость коэффициента сопротивления циклонной эллипсной камеры от входного числа Рейнольдса при различных значениях k и $\bar{d}_{\text{вх}}$: 1 – $k = 0,8$ и $\bar{d}_{\text{вх}} = 0,4$; 2 – $0,8$ и $0,6$; 3 – $0,6$ и $0,4$; 4 – $0,6$ и $0,6$; 5 – $0,5$ и $0,4$; 6 – $0,5$ и $0,6$

Выводы

1. Течение в циклонной эллипсной камере практически автомодельно.
2. Предложенная в работе формула для расчета суммарного коэффициента сопротивления циклонных эллипсных камер, учитывающая влияние коэффициента сжатия, относительной площади входа потока и диаметра выходного отверстия, может быть рекомендована для практического применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Власов Ю.А., Осташев С.И., Сабуров Э.Н. Влияние сжатия поперечного сечения на аэродинамику циклонной эллипсной камеры // Актуальные проблемы рационального использования природных и энергетических ресурсов Европейского севера: Сб. науч. тр. – АЛТИ, 1994. – С. 193 – 200. [2]. Карпов С.В., Сабуров Э.Н. Расчет аэродинамического сопротивления и выбор оптимальных параметров циклонов // Химия и хим. технология. – 1990. – Т. 33, вып. 9. – С. 103 – 107. [3]. Карпов С.В., Сабуров Э.Н. Расчет аэродинамического сопротивления циклонов // Актуальные проблемы комплексного использования лесных ресур-

сов на Европейском Севере: Сб. науч. тр. - АЛТИ, 1989. - С. 167 - 171. [4]. Сабуров Э.Н., Власов Ю.А., Осташев С.И. Экспериментальное исследование аэродинамики циклонной эллипсной камеры // Лесн. журн. - 1993. - № 1. - С. 123 - 129. - (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Сабуров Э.Н., Карпов С.В. О некоторых особенностях аэродинамики циклонных камер в неавтономной области течения потока // Энергетика. - 1974. - № 11. - С. 60 - 65. - (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Сабуров Э.Н., Карпов С.В. О сопротивлении циклонных камер в неавтономной области течения потока // Инж.-физ. журн. - 1975. - Т. 28. - С. 354 - 355. [7]. Сабуров Э.Н., Карпов С.В., Осташев С.И. Теплообмен и аэродинамика закрученного потока в циклонных устройствах. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. - 276 с.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 06. 091

ШОРЫГИНА НАДЕЖДА НИКОЛАЕВНА

(К 100-летию со дня рождения)

Исполнилось 100 лет со дня рождения Н.Н. Шорыгиной, крупного ученого-органика, доктора химических наук, профессора, бывшего заведующего лабораторией целлюлозы и лигнина Института органической химии АН СССР и лабораторией лигнина ВНИИГидролиза.

Н.Н. Шорыгина родилась 9 сентября 1898 г. в г. Москве. Она училась в Коммерческом училище, на Московских высших женских курсах. После успешного окончания в 1921 г. Московского университета Надежда Николаевна работала в лаборатории Всесоюзного текстильного синдиката (до 1924 г.), затем в Научно-исследовательском химико-физическом институте у проф. Б. Н. Рutowского, с 1929 по 1941 гг. – на кафедре искусственного волокна у П.П. Шорыгина, с 1940 по 1941 гг. – в Институте органической химии АН СССР.

В ходе научных исследований ею синтезированы алкалицеллюлоза, монотритиловый эфир целлюлозы, 2, 3-диацетилцеллюлоза, диальдегидцеллюлоза и ее эфиры, ди- и монокарбоксихлеллюлоза и их эфиры, глицериновые эфиры крахмала, метиловые эфиры хитина, дифенилгидразон, ряд производных лигнина; изучены реакции получения тринатрийцеллюлозы, этерификации целлюлозы, механизм и причины трудной гидролизуемости целлюлозы, реакции дезаминирования хитина и глюкозамина, разложения эфиров целлюлозы и др.; ею открыта реакция образования бензольного кольца из пиранового (1939 г., реакция П. П. Шорыгина – Н. Н. Шорыгиной), доказавшая возможность перехода от углеводов к карбоциклическим соединениям. Используя открытую реакцию и др. реакции П.П. Шорыгина, она установила легкое расщепление бензиловых эфиров целлюлозы, метиловых эфиров *d*-глюкозы и целлюлозы, пентаацетата глюкозы и триацетата целлюлозы, триметиллевоглюкозана под действием металлического натрия в жидком аммиаке; показала, что в этих же условиях алкилглюкозиды не расщепляются, а поведение фенолглюкозидов различно в зависимости от знака заряда глюкозидного O-атома; выявила механизм и продукты этих реакций; изучила взаимодействие производных целлюлозы с окислами азота и получила азотсодержащие производные целлюлозы. С помощью реакции П. П. Шорыгина Надежда Николаевна установила расщепление разных видов лигнина на низкомолекулярные вещества и показала, что основным типом связи между структурными звеньями является эфирная кислородная связь, основным ароматическим звеном лигнина – β -оксикониферильный спирт; предложила схему строения фрагмента ароматической части молекулы генцинового лигнина; в продуктах разложения лигнина обнаружила эвгенол, ванилиловую кислоту, вещества углеводного характера и др.; сделала вывод о

присутствии простых эфирных и ацетальных связей в молекулах нативного лигнина; при обработке лигнина кислотами выявила образование продуктов конденсации с возможным образованием бензофурановых систем кумаронового типа; изучила хлорирование гидролизного лигнина и свойства хлорпроизводных лигнина в зависимости от условий хлорирования, нитрование лигнина и модельных соединений, модификацию гидролизного лигнина окислением H_2O_2 и др. способами, гидрогенолиз лигноуглеводного комплекса, сульфирование лигнина, взаимодействие модели лигнина с бисульфитом натрия, поведение дибензилэфирной связи и др. при нитровании, карбоциклизацию 1,6-ангидрогалактозы, действие HNO_3 на β -гваяциловый эфир α -вератриглицерина, строение лигнина и молекулярно-массовое распределение производных лигнина, свойства нитролигнина и хлорлигнина; разработала технологию производства нитролигнина, хлорлигнина, сунила, игетана, способ флотации медноникелевых руд, способ улучшения свойств глинистых растворов, метод определения серы, влаги и Na_2SO_4 в целлюлозе; изучила состав эфирных масел из листьев лавра, изосахаринозу.

По результатам научных исследований ей в 1935 г. присуждена ученая степень кандидата химических наук, в 1949 г. после успешной защиты диссертации «Применение реакции Шорыгина – расщепление простых эфиров щелочными металлами, в химии углеводов и химии лигнина» – ученая степень доктора химических наук, в 1970 г. присвоено ученое звание профессора. Ряд ее учеников защитили кандидатские диссертации, находя в ней отзывчивого человека, стремившегося оказать помощь другим. Надежда Николаевна – соавтор капитальных монографий «Целлюлоза и ее спутники», «Реакционная способность лигнина».

За многолетний труд Н. Н. Шорыгина награждена орденами Трудового Красного Знамени и «Знак Почета», медалями. Она прожила долгую жизнь, наполненную активной научной и общественной деятельностью. Умерла Н. Н. Шорыгина 25 июня 1991 г.

Н. Н. Шорыгина являет собой пример ученого, для которого наука была главной жизненной целью.

Ю.М. Сивергин
Институт химической физики РАН

УДК 378(437)

ЛЕСНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В СЛОВАКИИ

В 1997 г. исполнилось 190 лет высшего лесного образования в Словакии, 45 лет Высшей лесотехнической школе г. Зволен и 5 лет со дня ее переименования в Технический университет. Лесное образование зародилось в эпоху бурных социально-экономических перемен в Европе, когда Словакия вместе со значительной частью Западной Украины входили в состав Габсбургской империи.

В историческом аспекте лесное образование Словакии тесно связано с деятельностью Горной академии в городке Банская Штявница. Академия была основана в 1770 г. на базе горной школы, существовавшей с 1737 г. С самого начала основания в учебные планы академии были введены общие лесные дисциплины. Через 37 лет, в 1807 г., при Горной академии образован самостоятельный Лесной институт. Этому способствовали забота австрийского правительства о состоянии лесного хозяйства, что нашло свое отражение в законах, требующих доверять охрану лесов только квалифицированным специалистам, и ничтожно малое количество соответствующих учебных заведений на территории бывшей Австро-Венгрии. В те времена только отдельные выходцы как из Словакии, так и из Галичины подавались на лесные студии в Австрию и Германию.

Руководить Лесным институтом было поручено Генриху Давиду Вилькенсу – первому профессору лесоводства в Словакии. Этот немецкий лесовод на основании изучения лесных ресурсов Австро-Венгрии и исследования лесов Словакии одним из первых разработал учебные планы подготовки высококвалифицированных лесных специалистов.

В Лесном институте, а с 1846 г. в созданной там же Горной и лесной академии работало много известных ученых, признанных педагогов – К. Вагнэ, Э. Вадас, А. Гуттенберг, Г. Мужнай, Р. Феистмантл, Л. Фекете и др. В 1904 г. академия переименована в Высшую горную и лесную школу. После развала Австро-Венгрии, в 1918 г. учебное заведение было переведено сначала в г. Будапешт, а позже в г. Шопронь на территории Венгрии. В течение 150-летнего периода существования высшего лесного образования в Банской Штявнице подготовлено более 4,1 тыс. специалистов. Среди них были и такие, которые работали лесничими на территории Украины в государственных и частных лесах крупных землевладельцев – Потоцких, Терещенков, Завадских и др. После 11-летнего перерыва лесное образование в Словакии возродилось в 1939 г. на базе Высшей технической школы в Братиславе, где было создано профессиональное направление – инженер лесного и сельского хозяйства. До 1946 г. здесь было подготовлено 114 лесных инженеров. С 1946 г. по 1952 г. специалистов для лесного хозяйства выпускала Высшая школа инженеров сельского и лесного хозяйства в г. Кошице. За время своего существования лесной факультет в г. Кошице подготовил 339 лесных инженеров. В этот период развития лесного образования в Словакии впервые появились учебные дисциплины по технологии обработки древесины, которые в дальнейшем послужили хорошей основой для создания отдельного факультета обработки древесины.

В 1952 г. в Зволене – небольшом городке Среднесловацкого края – была создана Высшая школа лесоводства и деревообработки. В сравнении с кошицким периодом первые шаги становления нового вуза в Зволене проходили в более трудных условиях. Большинство преподавателей не имело возможности переменить место жительства. Специальные помещения отсутствовали. Ректорат располагался в арендованных комнатах городской администрации, а для Высшей школы было отведено здание бывшей гимна-

зии. Не хватало лабораторий, мастерских, общежитий для студентов и квартир для преподавателей. Существенную проблему составляло питание студентов и сотрудников.

Благодаря энтузиазму и самоотверженному труду ректората, профессорско-преподавательского состава, сотрудников и студентов в течение 30 лет была создана национальная лесотехническая библиотека, построены современные общежития, жилые дома для преподавателей и сотрудников, мастерские, лаборатории и учебный корпус. В 1958 г. организован учебный лесхоз (8 тыс. га), а в 1964 – 1967 гг. заложен арборетум «Борова Гора» (48 га).

Решением академического Сената в 1991 г. создан факультет экологии, а в 1992 г. Высшая школа лесоводства и деревообработки в г. Зволене была переименована в Технический университет.

Во время основания в Высшей школе лесоводства и деревообработки было 158 сотрудников, в том числе 3 профессора, 6 доцентов, 45 ассистентов. Сейчас в Техническом университете более 1 000 сотрудников: 25 % преподавателей, 10 % научных сотрудников, 65 % других работников. Количество профессоров возросло до 21, а доцентов до 57 человек. Ученые звания и степени имеют 149 человек (49,3 % от общей численности научно-педагогических кадров). В учебном лесхозе трудится около 240, арборетуме – 20, библиотеке – 50, лабораториях и мастерских – 80, общежитиях и столовой – 90 человек. Среди работников мастерских и лабораторий 20 ученых, 5 инженерно-технических специалистов, 25 квалифицированных работников, 14 человек вспомогательного и 16 хозяйственного персонала. Научно-исследовательской и проектно-конструкторской работой занято более 300 человек: 220 педагогических и 80 научных сотрудников.

Основными направлениями научной работы университета являются: «Биологические, технические и экономические проблемы лесного хозяйства Карпат в новых экологических условиях», «Комплексное использование древесного сырья и внедрение экологических материалов на базе древесины», а также «Влияние эмиссий на естественные экосистемы». Организация, материально-техническое снабжение, реализация учебного процесса и научно-исследовательских работ осуществляются на уровне факультетов и кафедр. Бюджетные денежные средства делятся пропорционально между подразделениями, факультетами и кафедрами. Как бюджетными, так и заработанными деньгами распоряжается заведующий кафедрой.

В настоящее время в структуре университета имеется четыре факультета: лесной, обработки древесины, экологии, экологической и производственной техники. На лесном факультете работает 10 профессоров, 25 доцентов, 35 ассистентов, 39 научных сотрудников, 29 технических и административных работников, 11 человек рабочих профессий.

В течение 45 лет существования лесного факультета в Зволене квалификацию лесного инженера получили более 4 000 человек, в том числе 100 иностранных граждан. Численность студентов за это время возросла почти вдвое и достигла 514 человек на стационарном, 66 – на заочном и 12 – на последипломном обучении.

Стационарное обучение длится 10, заочное 12 семестров. Вместе с основными специальностями – лесное и охотничье хозяйство и прикладная экология (первые 4 семестра обучение по общей программе) – внедряются специализации лесоводство и охрана леса в измененных экологических условиях, экология леса, менеджмент леса и лесного предприятия, эксплуатационные и строительные технологии в лесном хозяйстве и др.

Последипломное обучение по девяти специальностям заканчивается присвоением академического звания доктора. При лесном факультете действуют курсы повышения квалификации и переквалификации специалистов. Характерной чертой учебного процесса на лесном факультете является наличие значительного количества часов (более 60 %) практических занятий, которые проводятся в полевых условиях учебного лесхоза, в котором на площади 8 тыс. га ведется комплексное лесохозяйственное хозяйство. На площади 266 га создан вольер для разведения муфлонов. На части угодий охотничье хозяйство ведет студенческое общество охотников. После восьмого семестра студенты проходят производственную преддипломную практику в производственных лесхозах и национальных парках. Ежегодно несколько студентов практикуется в зарубежных странах. Лесное образование в Словакии имеет четко выраженный экологический характер в отличие от экономической ориентации родственных факультетов Германии.

Ученый совет лесного факультета наделен правом присвоения ученых степеней кандидата и доктора наук по шести специальностям, по которым ведется подготовка научных кадров через аспирантуру. Сейчас в стационарной и заочной аспирантуре занимается 40 аспирантов, в том числе 12 для нужд университета. За время своего существования ученый совет факультета присвоил ученые степени кандидата или доктора наук около 280 соискателям.

На факультете завершено 450 научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, в том числе более 300 по государственным и 60 по отраслевым заданиям. В настоящее время ведутся работы по 10 проектам, входящим в три программы. Лесной факультет является членом IUFRO, PRO SILVA и многих других международных организаций; принимает активное участие в организации и проведении международных научных конференций, конгрессов, симпозиумов; сотрудничает с родственными факультетами и вузами Англии, Болгарии, Венгрии, Канады, Латвии, Германии, Польши, России, Словении, Таиланда, Украины, Франции, Хорватии, Чили и др.

В составе лесного факультета 9 кафедр: природной среды (16 человек), фитологии (21), лесоводства (20), охраны леса и охотоведения (16), лесного строительства и мелиорации (14), лесозаготовок и механизации (20), лесоустройства и геодезии (23), экономики и управления лесного хозяйства (14), физического воспитания (7).

Среди сотрудников кафедры много всемирно известных ученых: академик А. Приесол, профессора Ш. Корпель, М. Крижо, И. Коленка, Ш. Шмелко, Р. Шали, Л. Пауле, И. Паган, И. Кодрик, И. Сладек, М. Санига, П. Гарай, Ю. Валтини, Ш. Жиглавник, Э. Бублинец, И. Рег, Л. Веселый и др.

Кроме того, университет ежегодно приглашает ведущих ученых для ознакомления студентов с новейшими достижениями лесной науки и практики.

Факультет обработки древесины берет начало в Высшей технической школе Братиславы, где в 1939/40 гг. была основана кафедра механической и химической технологии древесины, а также Высшей школы сельского и лесного хозяйства в г. Кошице, в которой окончательно сформировалась данная специальность. Самостоятельную жизнь факультет начал в 1952 г., когда на учебу был принят 171 студент. Максимальное число студентов (более 1000) на факультете отмечено в 1979 – 1985 гг. После 1990 г. количество студентов существенно изменилось. За время своего существования факультет подготовил около 5000 инженеров, в том числе 200 для зарубежных стран (Болгария, Венгрия, Вьетнам, Кения, Польша, Эфиопия, Южная Корея).

На факультете работают семь профессоров (Е. Райчан, П. Требула, Д. Хованец, Я. Бучко, Р. Дубовска, П. Винцур, М. Марчок, Д. Горски, С. Курятко), 30 доцентов (М. Бабнак, М. Шупин, Я. Шимко, В. Штефка, Я. Освальд, В. Ямрих и др.), а также 59 ассистентов. Подготовка специалистов ведется по пяти специальностям: инженер деревообработки, промышленный дизайн мебели, лесные и деревообрабатывающие станки и оборудование, процессы переработки древесины, менеджмент предприятия. Срок обучения 10 семестров. После шести семестров обучения по основному учебному плану студенты сдают государственный экзамен, а в течение последующих трех семестров осваивают избранную специальность. Завершающий семестр отводится для дипломной работы.

Последипломная подготовка ведется по специальностям – технология переработки древесины, структура и свойства древесины, конструкции и технологии производства деревянных изделий, предпринимательско-хозяйственная теория и менеджмент. Претендент на последипломную подготовку должен иметь базовое образование, сдать экзамен по иностранному (не славянскому) языку и по избранной специальности. Срок обучения до четырех лет. Данная форма подготовки осуществляется за счет как государства, так и предприятий и частных лиц. Программа обучения включает учебную и научно-исследовательскую части. В случае успешной защиты научной работы выпускнику присваивается академическая степень доктора.

Подготовка аспирантов ведется по четырем специальностям. За время своего существования ученый совет присвоил степень кандидата или доктора наук более чем 250 соискателям. Факультет обработки древесины является членом трех международных организаций, сотрудничает со многими родственными вузами зарубежных стран. В структуре факультета имеется 10 кафедр: механической технологии древесины (28 человек), мебели и изделий из древесины (20), технической физики и прикладной механики (18), древесиноведения (21), иностранных языков (13), математики и начертательной геометрии (15), вычислительной техники и автоматизации (18), экономики предприятий (30), станков и инструментов (18), дизайна (13).

В составе факультета экологии 6 кафедр: химических технологий (13 человек), общей экологии (7), ландшафтной экологии (15), качества окру-

жающей среды (11), общественных наук (6) и прикладной экологии (8). Здесь работают 2 профессора (Р. Мидриак, Я. Супука), 12 доцентов (А. Дудих, Я. Бортел, Д. Славикова, И. Беседа, И. Паятик, В. Конрад и др.), 19 ассистентов.

Научные исследования на факультете ведутся по пяти проектам. Учебный процесс длится 8...10 семестров. После пяти семестров обучение продолжается по двум направлениям: 4-летняя подготовка инженеров и 5-летняя подготовка научно-педагогических кадров. Соотношение естественно-научных, технико-технологических и социально-экономических дисциплин составляет 40:40:20. В 1996/97 учебном году основан факультет экологической и производственной техники. В процессе обучения в университете студент может рассчитывать на социальную стипендию, размер которой зависит от состава и уровня доходов в семье.

Иностранным студентам Дом международных связей выделяет дополнительно стипендию в размере 1500 словацких крон (примерно 50 долларов США). Около 90 % студентов проживает в современных университетских общежитиях, в которых имеются также номера «люкс» для гостей. Студенты и сотрудники обеспечиваются льготным питанием. Ежедневно в столовой выдается более 1500 обедов.

К услугам студентов и сотрудников оборудованная современными техническими средствами библиотека, книжный фонд которой превышает 400 тысяч наименований и ежегодно пополняется на 9 тысяч единиц. Среди новых поступлений 850 словацких и зарубежных периодических профессиональных изданий, главным образом журналы и сборники научных трудов. Библиотека постоянно ведет обмен научной и учебной литературой с родственными вузами всего мира. Университет на собственной полиграфической базе периодически обновляет учебные пособия по всем дисциплинам. За публикации, учебники и учебные пособия преподаватели получают существенные дополнительные вознаграждения, в том числе из специального фонда ректора.

Основные этапы становления и развития Технического университета в г. Зволене отражают общие тенденции прогресса и богатые традиции лесотехнического образования и науки в Центральной и Восточной Европе. Этот небольшой экскурс в историю позволяет сформировать представление о том, как Технический университет в г. Зволене, пройдя 190-летний путь своего развития, стал известным центром лесотехнического образования и науки не только в Словакии и Европе, но и в мире.

М. Санига, И. В. Делеган
Технический университет г. Зволен (Словакия)
Украинский государственный
лесотехнический университет

УДК 630*(091)

ЛОМОНОСОВ И ЛЕС

19 – 20 ноября 1998 г. в Архангельске в рамках XXVII Ломоносовских чтений прошла научно-практическая конференция «Научно-техническая политика и развитие новых отраслей экономики Архангельской области». Для участия в конференции были приглашены министры – члены Правительства РФ, заместитель председателя Государственной Думы РФ, академики РАН.

Среди основных на пленарном заседании был доклад «Научно-техническая политика и инновационная деятельность в химико-лесном комплексе Архангельской области», подготовленный генеральным директором областного департамента лесопромышленного комплекса Е.С. Драчевым, ректором АГТУ О.М. Соколовым и генеральным директором ОАО «Научдревпром – ЦНИИМОД» Н.А. Федоровым. Самой крупной была секция «Лесопромышленный комплекс», в которой активно участвовали и представители лесохозяйственной науки и практики. Тема транспортного освоения территории Архангельской области на базе лесовозных дорог прозвучала на секции «Транспорт и связь».

Придание Ломоносовским чтениям каждый раз определенного профиля стало уже прочной традицией. Но неизменны всеобщие выражения глубоких чувств преклонения перед величием гения М.В. Ломоносова – при открытии чтений, во время ритуала у памятника ему в Архангельске, в поездке на его родину. К XXVII Ломоносовским чтениям приурочена и публикуемая ниже статья членов редколлегии «Лесного журнала».

* * *

В созвездии блистательных имен великих ученых-энциклопедистов первое место принадлежит нашему гениальному земляку, северянину, по морю Михаилу Васильевичу Ломоносову – академику российскому, почетному члену Академии художеств, члену Шведской и Болонской академий.

Невольно вспоминаются слова другого нашего русского гения. А.С. Пушкин так оценил Михаила Васильевича: «Ломоносов обнял все отрасли просвещения. Жажда науки была сильнейшей страстью его души, исполненной страстей. Историк, механик, ритор, минералог, художник и стихотворец, он все испытал и все проник... Он создал первый Университет. Он, лучше сказать, сам был первым нашим Университетом».

Другой великий русский поэт Н.А. Некрасов в стихотворении «Школьник» (1856), обращаясь к мальчику, говорил:

Скоро сам узнаешь в школе,
Как архангельский мужик
По своей и Божьей воле
Стал разумен и велик.

Замечательно сказал о своем современнике французский доктор медицины Ле-Клерк, почетный член Российской академии, после кончины М.В. Ломоносова, выступая на собрании академиков 15 апреля 1765 г.: «Не стало человека, имя которого составляет эпоху в летописи человеческого разума, обширного и блестящего гения, обнимавшего и озарявшего многие отрасли... Общество пользовалось его знаниями; ваши анналы воспользуются его славой; его станут чтить повсюду, где будут просвещенные люди. Слава тогда говорит громче, когда человек лишен возможности слышать ее». Последние слова Ле-Клерка оказались пророческими.

Чем дальше отодвигает от нас время эпоху Ломоносова, тем больше мы поражаемся всеобъемлющему уму и титанической разносторонней деятельности этого великого Человека.

Лес интересовал Ломоносова как ученого, чей гений родился среди дремучих таежных лесов. Но, как нередко случалось на Руси, его плодотворные идеи о лесе долгое время оставались незамеченными. В русской лесохозяйственной литературе XIX в. немало внимания уделялось лесоводственным трудам зарубежных ученых, но никогда не упоминался великий соотечественник. Вероятно, это объясняется тем, что М.В. Ломоносов публиковал свои мысли о лесе и лесной почве в «Прибавлении втором к металлургии» и других академических изданиях, прямо не связанных с лесом, а задуманный им труд «О лесах» не был издан из-за ранней смерти ученого.

Бессмертные научные положения М.В. Ломоносова, связанные с лесом, стали достоянием лесоводов благодаря многочисленным трудам его знаменитого земляка, ученого лесоведа с мировым именем И.С. Мелехова, который нашел «лесного Ломоносова» во второй половине 40-х гг. текущего столетия вскоре после Великой Отечественной войны. В 1948 г. И.С. Мелехов опубликовал в Архангельске скромную брошюру «К истокам отечественной лесной науки»; в 1957 г. вышел в свет капитальный труд «Очерк развития науки о лесе в России», изданный Академией наук СССР; в 1961 г. Архангельское книжное издательство напечатало его книгу «М.В. Ломоносов и наука о лесе». В последующие три десятилетия И.С. Мелехов публиковал работы о Ломоносове в журналах «Лесное хозяйство», «Лесоведение», «Лесная промышленность», «Лесном журнале», «Ботаническом журнале», писал о Ломоносове в своих учебниках, докладывал на Мировых лесных конгрессах и многочисленных лесных форумах.

На страницах печатных трудов маститого ученого М.В. Ломоносов показан как основоположник науки о лесе, один из крупнейших лесоводов XVIII в., предвосхитивший важные положения учения о лесе. И.С. Мелехов раскрыл бесспорный приоритет М.В. Ломоносова в весьма важных лесоводственных положениях и огромное значение его идей для развития науки о лесе.

В своем капитальном труде «О слоях земных» («Прибавление второе к металлургии») М.В. Ломоносов затрагивал на примере сосны важнейший вопрос науки – воздушное питание растений; он не сомневался в существовании воздушного питания: «Откуду ж новой сок сосны собирается и умно-

жает их возраст; о том не будет спрашивать, кто знает, что многочисленные иглы нечувствительными скважинками почерпают в себя с воздуха жирную влагу, которая тончайшими жилками по всему растению расходуется и разделяется, обращаясь в его пищу и тело» (Соч. Т. 2. - СПб., 1847. - С. 530). В «Слове о явлениях воздушных» Ломоносов писал: «... Преизобильноеращение тучных дерев, которые на бесплодном песку корень свой утвердили, ясно изъясляет, что жирными листьями жирный тук в себя из воздуха впивают». Таким образом, он предопределил учение о фотосинтезе еще до открытия кислорода и углекислоты.

Исключительный интерес для лесоводственной науки представляют рассуждения Ломоносова о влиянии леса на почву. Он писал: «В лесах, кои стоят всегда зелены, и на зиму листа не роняют, обыкновенно бывает земля песчаная; каковы в наших краях сосняки и ельники. Напротив того, в березняках и в других лесах, кои лист в осень теряют, больше преимуществует чернозем. А как известно, что лист на земли согнивает и в навоз перетлевает, то не дивно, что чрез них пески, глины и другие подошвы черною землею покрываются... Сосновые, еловые и других подобных дерев иглы спадают в малом количестве, и для того не могут с листьями сравниться» (Соч. Т. 2. - СПб., 1847. - С. 529-530). Далее он пишет: «Когда же где и есть чернозем в ельнике, то конечно от близости и соседства других дерев». В этом рассуждении Ломоносова гениально просто показано специфическое влияние различных древесных пород и растительных формаций на развитие лесных почв и образование гумуса (чернозема). Научные идеи М.В. Ломоносова о различной роли древесных пород в почвообразовании опередили свое время почти на полтора столетия.

Вот яркое свидетельство выдающегося русского почвоведов В.В. Докучаева: «... Я с удивлением узнал от профессора Вернадского, что Ломоносов давно изложил в своих сочинениях ту теорию, за защиту которой я получил докторскую степень, — изложил, надо признаться, шире и более обобщающим образом» (Лекции о почвоведении. - СПб., 1901. - С. 360.).

О положительном влиянии примеси лиственных пород, а в наших северных лесах прежде всего березы, к хвойным лесоводы начали догадываться в XIX столетии. Однако лесной наукой этот важнейший лесоводственный вопрос был решен только в XX в. после экспериментального изучения свойств различных лесных подстилок и хода роста чистых и смешанных насаждений. В настоящее время береза является общепризнанной почвоулучшающей породой. Наши исследования высокопродуктивных сосняков Европейского Севера России показывают, что береза при совместном произрастании с сосною положительно влияет на ее рост, а сосново-березовые леса являются биологически устойчивой растительной формацией.

М.В. Ломоносов заботился о сбережении и разумном, рачительном использовании лесов. Так, в труде «О слоях земных» он писал: «Что турф есть в России... Есть у нас не хуже голландских луга, болота, топи, валежники, оброслые мхами... Но о сем пространнее должно изъясняться в на-

рочном рассуждении о збережении лесов, вместо коих служат на многих местах горные уголья» (Соч. Т. 7. - 1934. - С. 246).

Забываясь о рациональном использовании лесов, древесины, он ратовал за переход от рубки топором к «пилению дерева» и, подавая пример другим, сам построил лесопилку. Сильную его озабоченность вызывали лесные пожары, которые, по определению Ломоносова, «... производя опустошение, иногда земное недро обнажают, ... лишая употребления дерева, и сверх того ловли звериной». В своей лаборатории Ломоносов изучал химический состав древесины и пришел к выводу о необходимости пропитки ее смолами, чтобы надолго сохранить от гниения. Смолистые выделения хвойных деревьев М.В. Ломоносов назвал терпентином; этот термин прочно вошел в научный обиход.

В истории лесоводства широко известно имя «лесного знателя» XVIII столетия Ф.Г. Фокеля, приглашенного в Россию в 1727 г. Четверть века он отдал практической деятельности на благо Русского леса, оставив о себе добрую память. Его книга «Описание естественного состояния растущих в северных Российских странах лесов с различными примечаниями и наставлениями как оные разводить» появилась в 1766 г., т. е. год спустя после смерти М.В. Ломоносова и тринадцать – после кончины Фокеля. Она сыграла заметную положительную роль в развитии русского лесоводства. Судьба книги была в значительной мере предопределена М. В. Ломоносовым, который вместе с ботаником С. П. Крашенинниковым рассматривал ее в рукописи и высказывал свои взгляды на написание учебника по лесоводству для подготовки лесных знателей. Об этом свидетельствует протокольная запись заседания Академии наук от 4 мая 1752 г., на котором рассматривалась рукопись сочинения Фокеля по лесоводству и выступал с отзывом на нее М.В. Ломоносов. Вот фрагмент из этой протокольной записи: «... Прославленные академики согласно постановили в соответствии с мнением Ломоносова и Крашенинникова указанное Лесоводство не только принять для обучения в этой науке учеников, но и признать его достойным быть изданным». И есть основания предполагать, что неподписанное предисловие к книге Фокеля принадлежит перу Ломоносова.

Гениального ученого занимали и сельскохозяйственные проблемы, тесно связанные с лесным хозяйством. В проекте «Об учреждении Государственной коллегии земского домостроительства» Ломоносов обосновал проведение широких научных работ, направленных на улучшение экономики сельского хозяйства всей страны и разработал обширную программу деятельности этого учреждения. Но проект создания в России сельскохозяйственного научного центра остался без внимания властей. И только после смерти ученого в 1765 г. в Петербурге было организовано Вольное экономическое общество к поощрению в России земледелия и домостроительства. Идея его деятельности соответствовала проекту Ломоносова, и сразу же в трудах этого общества стали публиковаться лесоводственные сочинения виднейших лесных деятелей России.

М.В. Ломоносов знал о противоцинготных свойствах северных лесных растений. Так, в главе «О приуготовлении к мореплаванию сибирским океаном» в «Кратком описании разных путешествий по северным морям и показании возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию» Михаил Васильевич настоятельно советовал «... запастись противоцинготными лекарствами: сосновою водкою, сосновыми шишками, шагрюю, морошкою и прочими сверх того из аптеки». Эти средства он рекомендовал употреблять во время вынужденной зимовки на Севере.

М.В. Ломоносов много сделал для развития экспедиционных исследований природных ресурсов в России, в том числе и лесных. В упомянутой работе Ломоносов указывал на важное экономическое значение леса в связи с проблемой освоения естественных богатств дальневосточных окраин России.

Только после смерти ученого началось географическое изучение России: в 1768 – 1774 гг. Академия наук снарядила ряд экспедиций под руководством выдающихся ученых П.С. Палласа, И.И. Лепехина и др. И.И. Лепехин со своим ближайшим учеником Н. Я. Озерецковским оставили нам прекрасные записки о результатах своих научных экспедиций в 1771 и 1772 гг. на Европейский Север России. В них мы находим ценнейший фактический материал о лесах северной окраины, лесных промыслах, заготовках древесины, отпускаемых за границу лесных товарах, лесных растениях, зверях, птицах и обитающих в лесных реках, речках и озерах рыбах с приложением оригинальных рисунков. Обширные сведения о Севере – родине Ломоносова, написанные ярким, сочным языком с привлечением интереснейших исторических изысканий, ставят «Дневные записки путешествия...» в ряд письменных шедевров, достойных памяти великого Ученого и Человека – М.В. Ломоносова. Между прочим авторы книги очень тепло написали о Ломоносове в четвертой части (Путешествие Ивана Лепехина в 1772 г. Ч. 4. – СПб., 1805. – С. 298-303).

Главные мысли гениального ученого о лесе – беречь его, исследовать «всечасно», рачительно использовать на благо народа, оставаться лесной державой – особенно созвучны лесным проблемам нашего времени.

Наш великий северянин оказал непосредственное влияние и на развитие лесного образования. На его Родине лесных специалистов высшей квалификации с 1929 г. готовит Архангельский лесотехнический институт, переросший в крупнейший на Севере Архангельский государственный технический университет. И очень правомерно и символично, что памятник М.В. Ломоносову, открытый в Архангельске в 1829 г., в 1930 г. был перенесен и установлен перед фасадом главного учебного здания лесотехнического института. Памятник работы И. П. Мартоса отлит из бронзы и изображает Ломоносова-поэта в римской тоге с лирой в руках, которую ему подает крылатый гений поэзии.

Глубоко чтут память о великом поморе в его родных местах.

В с. Ломоносово (бывш. Денисовка) есть музей им. М.В. Ломоносова, а напротив школы установлен в 1958 г. памятник М.В. Ломоносову работы скульптора И.И. Козловского и архитектора Л.М. Полякова.

На набережной Северной Двины в Архангельске на здании памятника архитектуры XVII в. «Гостиный двор» висит мраморная памятная доска с надписью:



Имя М.В. Ломоносова носят: один из проспектов Архангельска, Поморский государственный университет, Архангельский областной драматический театр, городской лицей, пассажирское судно Северного речного пароходства и центральная площадь в Северодвинске, где высится памятник великому ученому работы скульптора М.И. Алешенко и архитектора М.Д. Насекина. Один из округов (ранее районов) Архангельска—Ломоносовский.

Стали традиционными «Ломоносовские чтения», на которые ежегодно в Архангельск съезжаются видные ученые страны и отдают дань огромного уважения своему великому соотечественнику; в программу ежегодных «Ломоносовских чтений» входит поездка в с. Ломоносово и Холмогоры.

Михаил Васильевич Ломоносов – образец ученого, яркий пример беззаветного служения науке и отечеству. Его идеи, взгляды и разработки по изучению природных ресурсов, их сохранению и рациональному использованию сегодня еще более актуальны. Для нас и сейчас призывно звучат его слова:

О вы, щастливые науки !
 Прилежны простирайте руки
 И взор до самых дальних мест.
 Пройдите землю и пучину
 И степи и глубокий лес.

О.М. Соколов, О.А. Неволин
 Архангельский государственный
 технический университет

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 581.5 (049.3)

**ПРАКТИКУМ ПО ЭКОЛОГИИ
И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ***

Вышло в свет новое пособие по проблемам охраны среды для студентов и практиков-экологов. Авторы собрали воедино около 70 простых, но важных методик для оценки параметров окружающей среды. Есть и очень простые, и относительно сложные способы. Все они доступны любому студенту лесохозяйственной (и сельскохозяйственной) специализации, не говоря уже о биологах. Но эта доступность не означает методического упрощения и снижения научной обоснованности. Все методические приемы базируются на достаточно современных представлениях об экологическом подходе и оценке исследуемых объектов.

Пособие составлено в форме практических работ. Оно включает 8 функциональных глав.

1. Оценка основных факторов стабильного существования биосферы. Здесь изложены способы оценки объемов формирующегося органического вещества и особенностей его разложения в природных условиях.

2. Влияние антропогенных и естественных экологических факторов на устойчивость биоты. Показаны способы оценки термостойкости, засухоустойчивости, газоустойчивости растений.

3. Охрана окружающей среды. Рассмотрены методы изучения загрязнения почв, воды, воздуха, сельскохозяйственных культур, фитонцидности растений и т. д.

4. Биоиндикация состояния окружающей среды. Приведены материалы о накоплении различных элементов растениями, изменении морфологических и физиологических признаков последних под влиянием этих веществ, использовании данных процессов для биоиндикации среды.

5. Мониторинг атмосферного воздуха. Указаны методы определения содержания в воздухе оксидов азота и серы, пыли, сульфатов, дан расчет объема выбросов промышленных предприятий.

6. Мониторинг воздуха различных помещений. Изложены весьма ценные методы определения в производственных помещениях наиболее распространенных загрязнений.

7 и 8. Мониторинг соответственно водных объектов и почвенного покрова. Показаны способы оценки наиболее частых загрязнителей среды.

Перечень глав свидетельствует о разнообразии методических приемов. Все практические работы имеют конкретную направленность. Есть и

* Федорова А. И., Николаевская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1997.

недостатки. Так, довольно слабо представлены используемые повсеместно электро- и фотометрические методы. В некоторых работах (например о продолжительности жизни человека) проблема рассматривается слишком упрощенно. Отдельные из них основаны на старых методиках.

Но в целом следует отметить большую полезность практикума. К сожалению, преподавание экологических дисциплин пока еще не подкреплено необходимым количеством практических пособий. Рассматриваемая работа заполняет эту нишу. Она будет полезна студентам, школьникам, специалистам экологической службы страны, которые испытывают нужду в литературе подобного типа.

С. А. Мамаев
Ботанический сад-институт УрО РАН

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,
ПОМЕЩЕННЫХ В « ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ »
в 1998 г.**

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Артюховский А.К.** О роли насекомых в возникновении и развитии очагов корневой губки. № 5-32.
- Афонин А.А., Самошкин Е.Н.** Анализ внутривидовой изменчивости генеративных почек ивы пепельной. № 5-38.
- Бабиков Б.В.** Формирование стока в лесах на осушенных торфяных почвах. № 2-3-7.
- Баканов А.В.** Опыт использования лихенофлоры лесных насаждений для экологического зонирования территорий. № 6-16.
- Веретенников А.В.** Отток 14С-фотоассимилятов из семян всходов ясеня зеленого при различном режиме минерального питания. № 4-19.
- Громцев А.Н.** Пирологическое районирование таежных территорий на ландшафтной основе. № 6-12.
- Гусев И.И., Коптев С.В.** Товарность среднетаежных ельников. № 5-7.
- Ежов О.Н., Лебедев А.В., Иванова Э.А.** Патология деревьев сосны в разных типах леса. № 1-17.
- Ежов О.Н., Минкевич И.И.** Особенности распространения стволовой гнили сосны. № 2-3-11.
- Жидков А.Н.** Лихеноиндикация состояния сосняков Нижегородской области. № 6-20.
- Ладанова Н.В., Плюснина С.Н.** Анатомо-морфологические изменения разновозрастной хвои сосны обыкновенной в зоне действия Сыктывкарского лесопромышленного комплекса. № 1-7.
- Лебедев А.В.** Корневая губка в рекреационных ельниках и диагностика поражения деревьев. № 4-29.
- Липаткин В.А.** О формировании представлений об устойчивости лесных экосистем. № 5-43.
- Лозовой А.Д.** Рубки непрерывного формирования как основа эффективного функционирования системы «непрерывный лес» в ленточных борах Алтая. № 2-3-18.
- Маркевич И.А., Шужмов А.А.** Атрактивность природного ландшафта Валаамского архипелага. № 4-35.
- Мартынюк З.П., Торлопова Н.В.** Влияние выбросов целлюлозно-бумажных предприятий на содержание некоторых макроэлементов в хвое сосны. № 1-11.
- Медведев А.Н., Сахаров В.И., Марковин А.П.** Направление и методы селекции для плантационного и экологического производства. № 5-49.
- Миронов П.В., Лоскутов С.Р.** Исследование морозостойкости древесных растений, интродуцируемых в дендрарии Института леса СО РАН. 1. Роль белков-криопротекторов в переохлаждении внутриклеточной воды в тканях лиственницы сибирской. № 6-24.
- Неволин О.А., Еремина О.О.** Подрост и его значение в формировании высокопродуктивных сосновых лесов Европейского Севера России. № 4-12.
- Пошарников Ф.В.** Применение метода стохастических автоматов при решении оптимизационных задач с имитационным моделированием процессов в лесном комплексе. № 5-19.
- Пошарников Ф.В., Чернышов К.И.** Исследование областей устойчивости хода анкерного коробчатого сошника с одношарнирной подвеской. № 1-30.
- Свиридов Л.Т.** Ударные воздействия на семена хвойных пород при их обработке. № 6-7.
- Термена Б.К., Буджак В.В.** Адаптационные возможности рябины глоговины. № 5-26.
- Термена Б.К., Литвиненко С.Г.** Особенности органогенеза генеративных побегов североамериканских древесных растений на Буковине. № 4-24.

- Федюков В.И., Колесникова А.А., Боярский М.В.** Форма семенных чешуй ели как диагностический признак резонансных свойств древесины ели на корню. № 1-23.
- Чураков Б.П., Кублик В.А., Чаевцев Д.А., Туровская Л.В.** Влияние фитопатогенных грибов на порослевое возобновление дуба. № 4-7.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Анисимов Г.М., Большаков Б.М.** Новая концепция оценки уплотнения почвы трелевочной системой при движении по крутосклонному волоку. № 4-75.
- Большаков Б.М.** Выбор модели воздействия трелевочных систем на лесную почву. № 4-71.
- Войнаш А.С., Ситников В.Р.** К вопросу оснащения толкателями базовых лесопромышленных тракторов. № 4-66.
- Гагарин П.Н., Вихарев А.Н.** О волновой природе напряжения гидравлического трения в турбулентных потоках. № 1-47.
- Гурьев Т.А., Тутыгин Г.С.** Определение ширины полосы отвода автомобильных дорог в лесных массивах Европейского Севера. № 4-79.
- Жуков А.В., Федоренчик А.С., Жорин А.В.** Оценка эффективности использования колесного трелевочного трактора на заготовке древесины. № 4-43.
- Калинин Г.А., Павлов Ф.А., Харитонов В.Я., Цветков В.Ф.** Ретроспективный анализ влияния лесопользования на гидрологический режим рек Ваенга и Юла. № 4-48.
- Коптяев В.В., Невзоров А.Л.** Результаты исследования теплопроводности гидролизного лигнина. № 4-85.
- Корпачев В.П.** Определение волнового давления на стационарные лесотранспортные единицы. № 2-3-24.
- Кучерявый В.И., Чарков В.Д.** Моделирование ресурса деталей трансмиссии автолесовозов с учетом условий эксплуатации. № 1-52.
- Кучерявый В.И., Чарков В.Д.** Моделирование вероятностных характеристик коэффициента запаса прочности деталей лесных машин. № 4-56.
- Морозов С.И.** Удар колеса о препятствие в виде ступеньки. № 1-40.
- Морозов С.И.** О процессе соударения автомобиля. № 2-3-24.
- Морозов С.И.** О методике решения задач на соударение автомобилей. № 6-37.
- Невзоров А.Л., Пантелеев В.Г., Сирота Ю.Л., Козмин, Д.Д., Коптяев В.В.** Осадка опытной дамбы из гидролизного лигнина на слабом основании. № 5-70.
- Овчинников М.М., Михасенко В.И.** Сравнение различных методов расчета инерционных характеристик пучковых плотов. № 6-30.
- Романов П.И., Кизилов А.Б., Власов Е.Н., Викторенкова С.В.** Сбалансированные манипуляторы – перспективное универсальное средство для комплексной механизации ремонтно-обслуживающей базы лесного хозяйства. № 5-60.
- Стуков В.П.** Учет температурных напряжений в мостовых балках из клееной древесины и железобетона. № 4-60.
- Стуков В.П.** Расчет балки комбинированного сечения. № 5-64.
- Шекалов Е.А., Втюрина З.Д.** Производственные и энергетические показатели эксплуатации башенного крана КБ-572 с грейфером ЛТ-184 на штабелевке и сбросе в сплав круглых лесоматериалов. № 6-48.
- Шиловский В.Н., Питухин А.В.** Последовательный контроль безотказности лесозаготовительных машин по альтернативному признаку. № 6-44.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВСИНЫ И ДРЕВСИНОВЕДЕНИЕ

- Варфоломеев Ю.А., Костина Е.Г.** Воздействие антисептиков на дыхательный газообмен растений. № 6-65.
- Варфоломеев Ю.А., Поромова Т.М., Бирюлина Н.Б.** Биозащитные и экологические свойства фторсодержащего препарата для древесины. № 5-93.
- Ершов С.В.** Влияние частоты вращения на критическую радиальную силу круглой пилы. № 6-69.
- Орленко Л.В., Соловьев В.В., Моргачев А.М.** К вопросу исследования процесса резания древесины. № 4-92.

- Прокофьев Г.В.** Основные направления интенсификации пиления древесины на лесопильных рамах и ленточнопильных станках. № 6-53.
- Стахий Ю.М.** О формоизменении диска круглой пилы при заточке и разводе зубьев. № 5-84.
- Суровцева Л.С., Иванов Д.В.** Анализ выхода пиломатериалов с повышенными потребительскими характеристиками. № 5-80.
- Чернышев Ю.Ф.** Использование соотношений упругого потенциала при расчете напряжений в полом цилиндре из древесины. № 4-98.
- Шамаев В.А., Огарков В.Б., Винник Н.И.** Деформирование древесины при одновременном сжатии и температурно-влажностном воздействии. № 5-76.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Айзенштадт А.М., Богданов М.В., Боголицын К.Г.** Реакционная способность модельных соединений структурного звена лигнина. № 2-3-83.
- Балакин В.М., Литвинцев Ю.И., Торицын А.В.** Использование модифицированных карбаминоформальдегидных смол для механохимической переработки древесины. № 1-111.
- Богданович Н.И.** Пиролиз технических лигнинов. № 2-3-120.
- Богданович Н.И., Добеле Г.В., Кузнецова Л.Н., Цапина С.А.** Формирование пористой и надмолекулярной структуры активных углей в совмещенном процессе пиролиза-активации технических лигно-сульфонатов на натриевом основании. № 2-3-153.
- Боголицын К.Г.** К 40-летию Научно-исследовательского института химии и химической технологии древесины АГТУ (Проблемной научно-исследовательской лаборатории АЛТИ). № 2-3-37.
- Боголицын К.Г.** Разработка научных основ экологически безопасных технологий комплексной химической переработки древесного сырья. № 2-3-40.
- Боголицын К.Г., Богданов М.В., Косяков Д.С., Горбова Н.С.** Кинетика окисления ванилинового спирта феррицианидом калия в водно-этанольном растворе. № 2-3-89.
- Боголицын К.Г., Рябева Н.В., Скребец Т.Э., Чайников А.Н.** Исследование влияния температуры на физико-химические свойства диоксанлигнина в апротонных растворителях. № 2-3-56.
- Васильев С.Н., Абиев Р.Ш., Рошин В.И., Островский Г.М.** Фракционирование смесей природных соединений, содержащих полипrenoлы и изоабиенол, методом жидкостной экстракции. 3. Исследование кинетики массообмена при экстракционном фракционировании нейтральных веществ хвойной древесной зелени в системе жидкость – жидкость. № 1-96.
- Васильев С.Н., Рошин В.И.** Фракционирование смесей природных соединений, содержащих полипrenoлы и изоабиенол, методом жидкостной экстракции. 1. Исследование процесса разделения модельной смеси полипrenoлы – изоабиенол. № 1-83.
- Васильев С.Н., Рошин В.И., Абиев Р.Ш.** Фракционирование смесей природных соединений, содержащих полипrenoлы и изоабиенол, методом жидкостной экстракции. 2. Исследование основных закономерностей процесса жидкостной экстракции смеси нейтральных соединений древесной зелени хвойных пород. № 1-90.
- Гелес И.С.** К вопросу использования сульфитных целлюлоз в связи с их «обессмоливанием». № 6-94.
- Гоготов А.Ф., Заказов А.Н., Бабкин В.А.** Кислотно-основные превращения продуктов конденсации барбитуровой кислоты с лигнином и его модельными соединениями. № 1-105.
- Горбунова О.Ф., Вербицкая С.А., Боголицын К.Г.** Влияние концентрации азотной кислоты в этанольно-водной среде на превращение диоксанлигнинов. № 2-3-63.
- Клюев Ю.П., Клюев А.Ю., Шляхнинский Р.Г., Антонович И.В.** Получение канифолетерпеномалеиновых смол из растворов сосновой живицы в экстракционном и сульфатном скипидарах. № 5-107.

- Клюев А.Ю., Шляшинский Р.Г., Эрдман А.А., Прокопчук Н.Р.** Исследование устойчивости и термоокислительной деструкции этиленгликолиевых эфиров канифолетерпеномалеиновых смол. № 5-116.
- Коврижных Л.П., Бейль А.И.** Моделирование процесса поликонденсации ЛСТ и карбамида. № 6-101.
- Комаров В.И.** Деформативность целлюлозно-бумажных материалов. № 2-3-106.
- Комаров В.И.** Деформативность целлюлозно-бумажных материалов при растяжении. № 5-99.
- Комаров В.И., Казаков Я.В., Деркачева О.Ю., Сухов Д.А.** Корреляция характеристик структуры стенки волокна и деформативности и прочности образцов сульфатной небеленой целлюлозы, изменяющихся в процессе размола. № 1-57.
- Левин Б.Д., Рачинская В.М., Романченко П.Г.** Влияние процесса сушки на структуру гидролизного лигнина. № 4-107.
- Майер Л.В., Чухчин Д.Г., Соколов О.М.** Разработка компьютерной модели процессов аналитического центрифугирования. № 2-3-136.
- Пазухина Г.А., Теплоухова М.В.** Отбелка органосольвентной целлюлозы кислородсодержащими реагентами. № 6-75.
- Скребец Т.Э., Боголицын К.Г., Дудорова Л.А.** Роль ионизации фенольных гидроксидов в процессе взаимодействия лигнина с системой вода – этанол – гидроксид натрия. № 2-3-53.
- Соколов О.М., Чухчин Д.Г., Майер Л.В.** Высокоэффективная жидкостная хроматография лигнинов. № 2-3-132.
- Степень Р.А.** Изменение выхода и состава пихтового масла в процессе отгонки. № 4-113.
- Тиранов П.П., Шестакова Т.Г.** Сульфатный лигнин как пластификатор цементных растворов и сырьевых шламов. № 2-3-73.
- Тиранов П.П., Шульгина Е.В., Шестакова Т.Г.** Исследование агрегативной устойчивости сульфатного щелока и ЛСТ к действию электролитов. № 2-3-79.
- Троянская А.Ф., Мосеева Д.П.** Проблема загрязнения окружающей среды пентахлорфенолом. № 2-3-139.
- Троянская А.Ф., Мосеева Д.П., Рубцова Н.А., Никитина И.А.** Загрязнение почв лесозэкспортных предприятий пентахлорфенолом. № 2-3-147.
- Ушанова В.М., Ушанов С.В., Репях С.М.** Влияние степени измельчения сырья на процесс экстракции. № 1-101.
- Филиппов И.Б., Комаров В.И.** Влияние компонентов бумажной массы на деформативность и прочность книжно-журнальной бумаги для офсетного способа печати. № 1-66.
- Хабаров Ю.Г., Герасимова Л.В., Чухчин Д.Г.** Модификация лигнинов путем окислительного радикального сочетания. 2. Изменение молекулярно-массового распределения сульфатного лигнина при взаимодействии с феррицианидом калия в щелочной среде. № 2-3-94.
- Хакимова Ф.Х., Нагимов Д.Р., Ковтун Т.Н.** Бумагообразующие свойства сульфитной целлюлозы, отбеленной по бесхлорной технологии. № 6-79.
- Чемерис М.М., Мусько Н.П., Маликова О.Л., Чемерис Н.А., Бабушкин Д.В.** Получение сложных эфиров целлюлозы из ацилированной древесины. № 6-89.
- Чемерис М.М., Мусько Н.П., Салин Б.Н., Маликова О.Л., Чемерис Н.А.** Ацилирование лигноцеллюлозных материалов ангидридами карбоновых кислот. № 6-83.
- Шкаев А.Н., Боголицын К.Г., Попов С.А.** Окислительное сульфирование лигнина. № 2-3-102.
- ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВА**
- Бець М.Т.** Анализ рентабельности мебельного производства (на примере мебельной фабрики «Карпаты»). № 2-3-189.
- Каргополов М.Д.** Проблемы и методы учета фактора времени при прогнозировании развития экономики лесного комплекса. № 2-3-167.
- Ловков А.Б.** Моделирование лесного рынка. № 2-3-182.
- Немцов В.П.** Проект освоения труднодоступных лесных регионов России. № 1-116.

- Петров В.Н.** Цели и задачи лесной политики. № 2-3-172.
- Синякевич И.М., Малык Л.Е., Дудюк В.С.** Нормативы платы за использование лесосырьевых ресурсов. № 2-3-178.
- Соколов В.А., Морева Л.С., Шараева О.А.** Экономическая оценка леса на корню на основе рыночных критериев. № 6-107.
- Штинева А.А., Пластинин А.В.** Холдинги как новая форма управления предприятиями лесного комплекса. № 5-124.

МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

- Смирнова И.В.** Анализ чувствительности финансовых результатов к изменениям цен и структурных затрат. № 4-119.

- #### КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
- Денисламов В.Д., Басов А.А., Шипилов В.В.** Микропроцессорная система контроля качества древесных композиционных материалов. № 5-130.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Гороховников А.В.** Влияние трасс высоковольтных линий на млекопитающих. № 1-125.
- Дружинин В.А., Смольянов А.Н.** Применение многофакторного анализа при инвентаризации лесов дистанционными методами. № 4-122.
- Ежов О.Н.** Частота встречаемости плодовых тел сосновой губки в зависимости от степени рекреационной нагрузки. № 4-125.
- Зяляжных В.В.** О возможности получения сульфата аммония из гидролизатов растительного сырья. № 4-130.
- Землянухин А.И.** Анализ причин производственного травматизма на предприятиях лесной отрасли. № 4-128.
- Измоленов А.Г.** Продукционная флора Большехецирского заповедника. № 6-113.
- Косицын В.Н.** Совершенствование методов учета площади распространения дикорастущих ягодников. № 6-115.
- Осташев С.И., Сабуров Э.Н.** Теплоотдача в циклонном теплообменном устройстве. № 4-138.

- Осташев С.И., Сабуров Э.Н.** О сопротивлении циклонных эллипсных камер. № 6-118.

- Сабуров Э.Н., Карпов С.В., Смолина Н.В.** Аэродинамика циклонного устройства с симметричным вводом и двухсторонним торцевым выводом газов. № 1-127.

- Чжан Юйсин, Мошкалев А.И.** Об определении биологической урожайности черники в Лисинском и Охтенском лесхозах Ленинградской области. № 2-3-195.

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Крутов В.И., Волков А.Д.** Познавая Карельские леса (к 40-летию Института леса Карельского научного центра РАН). № 5-133.

- Ощепков Г.С., Соколов П.А., Верхунов П.М., Грачев В.М., Попова А.В., Черных В.Л.** К 100-летию со дня рождения Максима Лавровича Дворецкого. № 2-3-198.

- Санига М., Делеган И.В.** Лесное образование и наука в Словакии. № 6-126.

- Сивергин Ю.М.** Шорыгина Надежда Николаевна (К 100-летию со дня рождения). № 6-125.

- Соколов О.М., Неволин О.А.** Ломоносов и лес. № 6-132.

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Лысенко А.Ю.** Бизнес-образование и потребности предпринимателей. № 1-137.

- Неволин О.А.** Научно-практическая конференция в Архангельске. № 2-3-200.

- Ревяко И.В.** Научно-практическая конференция лесоводов юга России. № 5-140.

- Степаненко И.И.** Всероссийский конкурс «Подрост». № 2-3-201.

- Уголев Б.Н.** Фундаментальное и прикладное лесоводство на международных форумах. № 2-3-203.

- Уголев Б.Н.** Екатеринбургская сессия Координационного совета по лесоводству. № 5-142.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Беляев В.В.** Книга о лесных питомниках. № 2-3-208.

- Кашин В.И.** Почвы Севера как объект изучения. № 2-3-205.

- Мамаев С.А.** Практикум по экологии и охране окружающей среды. № 6-138.

Указатель

ЮБИЛЕИ

Мацкевич Н.Н., Романов Е.С., Пластинин А.В., Кудряшов М.М. Анатолий Павлович Петров. № 1-148.

Ревяко Н.В., Ивошин В.М., Кулыгин А.А., Майоров В.С., Сидаренко П.П. Николай Филиппович Кулик. № 1-146.

Ревяко Н.В., Полуэктов Е.В., Кулыгин А.А., Кулик П.Ф., Майоров В.С., Сидаренко П.В., Петров В.И., Зыков П.Г. Владимир Михайлович Ивошин. № 4-145.

НЕКРОЛОГИ

Коллеги: Д.Н. Липман, М.М. Овчинников, В.И. Пяткин, В.Я. Харитонов, В.И. Худоногов Памяти Юрия Яковлевича Дмитриева. № 1-151.

Ректорат Архангельского государственного технического университета, коллектив лесон지니어ного факультета, кафедра промышленного транспорта, редколлегия и редакция «Лесного журнала», коллеги и ученики. Памяти Валентина Васильевича Щелкунова. № 1-150.

Подписывайтесь

на второе полугодие 1999 г.

на журнал

«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ»

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ»

Индекс 70368


«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца. Стоимость трех номеров 105 руб., доплаты за услуги связи устанавливаются по регионам.

Подписка принимается органами «Роспечати».

Подписка на журнал может быть оформлена через редакцию. (Нани расчетный счет 40503810100000000286 в РКЦ центробанка г. Архангельска, БИК 041117001, ИНН 2901039102). Копию платежного поручения или денежный перевод с указанием адреса и фамилии подписчика просим высылать в редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, отделе даются номера журнала выслать по наземным транспортом.

Адрес редакции: 163007, г. Архангельск,
пло. Северная д. 17, АИТУ, «Лесной журнал».



ISSN 0536 - 1036. Изв. вузов. Лесной журнал, № 6, 1 - 144

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Статьи, представляемые в журнал, следует оформлять в соответствии с ГОСТ 29.115-88 «Оригиналы авторские и текстовые издательские. Общие технические требования». Объем статьи должен составлять 6–7 страниц машинописного текста, статьи библиографического характера – 3 страницы. Над названием статьи представляется индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). В заголовке статьи указывается ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) на русском и английском языках и место работы. Рукопись направляется в редакцию в двух экземплярах, печатаются через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной 30 мм. Все страницы рукописи нумеруются. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное нанесение индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные – двумя черточками сверху.

Для отличия от буквы О ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы обозначаются красным карандашом, латинские – синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правил
и техн
учрежд
г. и. и
инстит
сократ
именов
I
гиз авт
зно ав
иностран
криши
том ян
случае
откуда
том, те

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1 – 84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления» и должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы, и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в список литературы. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Иллюстрации представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для сканирования (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью на ватмане, теги на рисунках – при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка указывается его порядковый номер и фамилия автора. Подпись к рисункам прилагается на отдельном листе.

Рукопись должна быть подписана автором, должны быть нанесены дата ее отправки, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Для ускорения публикации статей тексты необходимо представлять на дискете 3,5 дюйма.

Для компьютерной верстки журнала используются IBM PC совместимые компьютеры и программы, работающие в среде Windows. Для компьютерного набора статей предпочтительно применение текстового процессора Word for Windows.

Для рисунков и фотографий представляются графические файлы в форматах BMP, PCH, TIF (разрешение 300 – 600 dpi).

К статье должны быть приложены рекомендации, две фотографии (фамилия и окончание, звание, то печатных аний), изводить сошения рукокак правило, не высказы рвала могут ятатежом по

05
У-332

ISSN 0536 - 1036

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ**

6'98

