

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

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

1

2010

ИЗДАТЕЛЬ – АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Главный редактор – д-р техн. наук, проф. **А.Л. Невзоров**

Заместители главного редактора:

д-р хим. наук, проф. **О.М. Соколов**, д-р экон. наук, проф. **Е.С. Романов**

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

д-р хим. наук, проф. **А.М. Айзенштадт**, д-р геогр. наук, проф. **А.С. Алексеев**, д-р техн. наук, проф. **Е.Д. Гельфанд**, д-р техн. наук, проф. **А.А. Камусин**, д-р экон. наук, проф., акад. РАСХН **Н.И. Кожухов**, д-р техн. наук, проф. **В.И. Комаров**, д-р техн. наук, проф. **В.С. Куров**, канд. техн. наук, проф. **Н.В. Лившиц**, д-р с.-х. наук, проф. **Р.Н. Матвеева**, д-р техн. наук, проф. **В.И. Мелехов**, д-р с.-х. наук, проф. **М.Д. Мерзленко**, д-р биол. наук, проф. **Е.Г. Мозолевская**, д-р техн. наук, проф. **Д.Г. Мясищев**, д-р с.-х. наук, проф. **Е.Н. Наквасина**, канд. с.-х. наук, доц. **О.А. Неволин**, д-р техн. наук, проф. **А.Н. Обливин**, д-р техн. наук, проф. **А.В. Питухин**, д-р хим. наук, проф. **Д.А. Пономарев**, д-р с.-х. наук, проф. **Е.М. Романов**, д-р с.-х. наук, проф. **В.П. Рябчук**, д-р техн. наук, проф. **Э.Н. Сабуров**, д-р биол. наук, проф. **Е.Н. Самошкин**, д-р техн. наук, проф. **В.Г. Санаев**, д-р биол. наук, проф. **А.В. Селиховкин**, д-р техн. наук, проф. **В.В. Сергеевичев**, д-р техн. наук, проф. **В.А. Суслов**, д-р техн. наук, проф. **Ф.Х. Хакимова**, д-р с.-х. наук, проф. **А.И. Чернодубов**, д-р с.-х. наук, проф. **Г.А. Чибисов**, д-р техн. наук, проф. **Ю.А. Ширнин**, проф. **Х.-Д. Энгельманн**

Ответственный секретарь – заслуженный работник культуры РФ **Р.В. Белякова**

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1

Редакторы Н.П. Бойкова, Л.С. Окулова
Компьютерная верстка О.В. Деревцовой
Перевод Н.Т. Подражанской
Графическое оформление О.А. Томиловой

Сдан в набор 30.12.2009. Подписан в печать 11.02.2010. Заказ № 28
Форм. бум. 70×108 1/16. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 13,125. Усл. кр.-отт. 13,125.
Уч.-изд. л. 16,805. Тираж 1000 экз.
Архангельский государственный технический университет

Адрес редакции: 163002, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 17,
тел./факс: (818-2) 28-76-18, тел. 21-89-01
e-mail: forest@agtu.ru http://www.lesnoizhurnal.ru

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



СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>А.В. Грязькин, А.П. Смирнов.</i> О подавлении порослевой способности осины...	7
<i>Н.А. Харченко, О.М. Корчагин, В.Ю. Заплетин.</i> Жизненное состояние и сохранность сеянцев дуба черешчатого в связи с различными условиями затенения.....	14
<i>К.С. Бобкова, М.А. Кузнецов, А.В. Манов, Э.П. Галенко, В.В. Тужилкина.</i> Фитомасса древостоев ельников чернично-сфагновых на болотно-подзолистых почвах Европейского Северо-Востока.....	19
<i>О.А. Языков.</i> Перспективы освоения нарушенных земель в Липецкой области.	27
<i>О.Н. Ежов, Р.В. Ершов, И.В. Змитрович, А.В. Руоколайнен.</i> К изучению биоты афиллофоровых грибов Пинежского заповедника Архангельской области.	30
<i>Н.А. Разумников, О.М. Конюхова.</i> Повышение грунтовой всхожести семян и качества сеянцев груши уссурийской в Республике Марий Эл.....	34
<i>А.М. Пятых, Е.И. Гурьева.</i> Формовое разнообразие декоративных древесных и кустарниковых пород в озеленении санаториев и домов отдыха.....	40
<i>Р.А. Степень, О.А. Есякова.</i> Влияние аэрогенного загрязнения на пигментную систему ассимиляционного аппарата ели сибирской.....	43
<i>О.В. Шейкина, Э.П. Лебедева.</i> Семеношение клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации в Чувашской Республике.....	48

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>А.С. Миляев.</i> Влияние тепловыделения биомассы подстилающего слоя на промерзание оснований зимних лесовозных дорог.....	53
<i>А.Н. Заикин, Е.А. Памфилов.</i> О влиянии межоперационных запасов древесины на работоспособность комплекта лесосечных машин.....	59
<i>В.В. Савельев, Ю.А. Ширнин.</i> Обоснование технологии заготовки и вывозки лесоматериалов различной длины.....	65

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>В.И. Малыгин, Л.В. Кремлева, В.Т. Харитоненко, И.Л. Вареников.</i> Функциональная модель САПР технологических процессов изготовления деревянных модельных комплектов.....	71
<i>Ю.А. Ширнин, К.П. Рукомойников, В.П. Виноградов.</i> Разработка способа продольной распиловки сортиментов и математической модели его реализации.....	77
<i>А.Е. Алексеев, О.И. Бедердинова.</i> Анализ процессов складского хозяйства лесопильных предприятий на основе логистического подхода.....	84
<i>В.И. Коробко, А.В. Турков.</i> Способ определения жесткости вертикального стыка составной балки.....	88
<i>М.Э. Бутовский.</i> Выбросы в атмосферу деревообрабатывающего предприятия ООО ПСФ «Докис».....	92
<i>И.Т. Глебов.</i> Зависимость высоты микронеровностей обработанной поверхности от некоторых факторов цилиндрического фрезерования.....	99

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- К.А. Иванов, Ю.В. Севастьянова, Л.А. Миловидова, В.И. Комаров.* Влияние добавки мелкой фракции щепы на результаты варки и характеристики целлюлозы..... 105
- А.П. Руденко, В.В. Еременко, Л.В. Кутовая.* Технологический эффект использования модернизированного общего уравнения движения волокнистой суспензии О.А. Терентьева для формирования диффузоров головок прямого излучения..... 112
- И.В. Сумерский, С.М. Крутов, А.В. Пранович, М.Я. Зарубин.* Исследование модельных соединений и препаратов лигнина методом DFRC..... 122
- Н.Г. Чистова.* Энергозатраты размольного участка в производстве древесно-волокнистых плит..... 129
- Ю.Л. Юрьев, Т.М. Панова, Н.А. Дроздова.* Применение модифицированных древесных углей для улучшения солевого состава воды в пивоварении... 134
- Л.В. Кузнецова, Д.А. Дулькин, В.А. Спиридонов, В.И. Комаров.* Исследование влияния катионов, содержащихся в речной воде, на набухание и размол волокнистых полуфабрикатов..... 138

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Я.Ф. Молнар, В.В. Крицкая, Г.Г. Суханов.* Столетие Тимофея Сергеевича Лобовикова..... 145
- Е.С. Романов.* Он был примером (к 100-летию Т.С. Лобовикова)..... 147
- Коллектив лесохозяйственного факультета Архангельского государственного технического университета.* Памяти Ивана Ивановича Гусева..... 148



CONTENTS

FORESTRY

<i>A.V. Gryazkin, A.P. Smirnov.</i> On Suppression of Aspen Rejuvenation Capacity.....	7
<i>N.A. Kharchenko, O.M. Korchagin, V.Yu. Zapletin.</i> Vital State and Preservation of English Oak Seedlings due to Different Shading Conditions	14
<i>K.S. Bobkova, M.A. Kuznetsov, A.V. Manov, E.P. Galenko, V.V. Tuzhilkina.</i> Tree Stand Phytomass of Bilberry-sphagnum Spruce Forests on Boggy Podzolic Soils of European Northeast.....	19
<i>O.Ya. Yazykov.</i> Prospects of Disturbed Land Development in Lipetsk Region.....	27
<i>O.N. Ezhov, R.V. Ershov, I.V. Zmitrovich, A.V. Ruokolainen.</i> To Study of Aphylophorales Fungi Biota of Pinega Reserve in Arkhangelsk Region.....	30
<i>N.A. Razumnikov, O.M. Konyukhova.</i> Increase of Ground Seed Germination and Seedlings Quality of Ussurian Pear in Mari El Republic.....	34
<i>A.M. Pyatykh, E.I. Gurjeva.</i> Form Diversity of Decorative Wood and Shrub Species in Greening of Sanatoria and Rest Homes	40
<i>R.A. Stepen, O.A. Esyakova.</i> Aerogenous Pollution Effect on Pigment System of Siberian Spruce Assimilation Apparatus.....	43
<i>O.V. Sheikina, E.P. Lebedeva.</i> Seed Production of Plus Trees Clones of Scotch Pine in Chuvash Republic Seed Orchard.....	48

WOODEXPLOITATION

<i>A.S. Milyaev.</i> Influence of Heat Liberation of Sublayer Biomass on Freezing of Winter Wood-track Basis.....	53
<i>A.N. Zaikin, E.A. Pamfilov.</i> On Influence of Interoperation Wood Stock on Efficiency of Logging Machines Set.....	59
<i>V.V. Saveljev, Yu.A. Shirnin.</i> Justification of Logging Technology and Removal of Logs of Different Length.....	65

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE

<i>V.I. Malygin, L.V. Kremleva, V.T. Kharitonenko, I.L. Varenikov.</i> Functional Model of CAD Engineering Processes for Manufacturing Wooden Prototyping Kits...	71
<i>Yu.A. Shirnin, K.P. Rukomoinikov, P.N. Vinogradov.</i> Development of Assortments Length Cutting and Mathematical Models of its Realization.....	77
<i>A.E. Alekseev, O.I. Bederdinova.</i> Analysis of Sawmill Store Processes Based on Logistic Approach.....	84
<i>V.I. Korobko, A.V. Turkov.</i> Method for Determining Vertical Joint Stiffness of Composite Beam.....	88
<i>M.E. Butovskiy.</i> Air Emissions Produced by Woodworking Enterprise Production-construction Company «Dokis» Ltd.....	92
<i>I.T. Glebov.</i> Dependencies of Micro-roughness Height of Processed Surface on Some Factors of Cylinder Milling.....	99

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

<i>K.A. Ivanov, Yu. V. Sevastyanova, L.A. Milovidova, V.I. Komarov.</i> Effect of Addition of Chips Small Fraction on Pulping Results and Pulp Characteristics.....	105
---	-----

<i>A.P. Rudenko, V.V. Eremenko, L.V. Kutovaya.</i> Technological Effect of Using Modernized General Movement Equation for Fibrous Suspension of O.A. Terentiev for Formation of Diffusers of Direct Radiation Cap	112
<i>I.V. Sumersky, S.M. Krutov, A.V. Pranovich, M.Ya. Zarubin.</i> Investigation of Model Compounds and Lignin Preparations by DFRC method.....	122
<i>N.G. Chistova.</i> Power Consumption of Grinding Section in Fiber Board Production.	129
<i>Yu.L. Yurjev, T.M. Panova, N.A. Drozdova.</i> Use of Modified Charcoals for Improving Saline Composition of Water in Brewing.....	134
<i>L.V. Kuznetsova, D.A. Dulkin, V.A. Spiridonov, V.I. Komarov.</i> Investigation of Cations Influence Contained in River Water on Swelling and Stock Beating....	138

HISTORY OF SCIENCE

<i>Ya.F. Molnar, V.V. Kritskaya, G.G. Sukhanov.</i> Centenary of Timofey Sergeevich Lobovikov.....	145
<i>E.S. Romanov.</i> He Served as an Example (to Centenary of T.S. Lobovikov).....	147
<i>Employees of Forestry Faculty of Arkhangelsk State Technical University.</i> In Commemoration of Ivan Ivanovich Gusev.....	148



УДК 630*231.324

А.В. Грязькин, А.П. Смирнов

С.-Петербургская государственная лесотехническая академия

Грязькин Анатолий Васильевич родился в 1951 г., окончил в 1981 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор биологических наук, профессор кафедры лесоводства С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет около 150 печатных работ по проблемам естественного лесовозобновления, изучения последствий хозяйственной деятельности в лесу, использования недревесных ресурсов леса, подсоски леса, лесной экологии.

E-mail: lesovod@bk.ru



Смирнов Александр Петрович родился в 1946 г., окончил в 1971 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет около 70 печатных работ в области лесного почвоведения, гидроресомелиорации, рубок ухода на осушенных землях, экологии лесных земель и лесных водотоков на малых лесных водосборах, подверженных хозяйственному воздействию.

E-mail: lesovod@bk.ru



О ПОДАВЛЕНИИ ПОРОСЛЕВОЙ СПОСОБНОСТИ ОСИНЫ

Обобщены результаты исследований порослевого возобновления осины и борьбы с ним в условиях Северо-Запада России. Установлена возможность перевода малоценных древостоев в хозяйственно ценные. Выявлена необходимость проведения масштабных опытно-производственных работ с подсушкой осины.

Ключевые слова: осина, порослевая способность, подсушка, хозяйственное значение.

Суть «осиновой проблемы» – непрерывное нарастание доли порослевых осинников в составе лесов Северо-Запада РФ. Засилье осины, имеющей малоценную древесину, с одной стороны, приводит к непроизводительному использованию земель лесного фонда, с другой – препятствует возобновлению ценных хвойных пород, с третьей – вызывает серьезные затруднения в работе лесозаготовительных и перерабатывающих предприятий.

Существенная доля лесного фонда Ленинградской области и всего Северо-Западного региона приходится на спелые и перестойные осинники или насаждения со значительным участием этой породы в составе. Так, лишь в Ленинградской области имеется более 100 тыс. га таких насаждений с преобладанием в составе фауной осины [7]. Низкая товарная ценность перестойной осины, превышение затрат на ее заготовку над реальной стоимостью получаемых сортиментов делает проведение рубок в этих насаждениях малорентабельным, невыгодным мероприятием.

Объемы использования древесины осины ничтожны из-за сердцевинной гнили, которая в спелых древостоях поражает 90...95 % деревьев. Выход деловой древесины осины не превышает 10...15 %, тогда как у хвойных пород достигает 70...80 %. Поэтому лесозаготовительные организации всегда оказываются в убытке при разработке лесосек с большой долей осины в составе древостоев. Объемы рубок сокращаются, осинники фактически выпадают из сферы лесохозяйственной деятельности. Увеличиваются площади и запасы спелых и перестойных осинников, занимающих наиболее плодородные, высокобонитетные местообитания. Лучшие участки лесных площадей, занятые осиной, исключаются из хозяйственного оборота. Эта порода, обладающая высокой порослевой способностью, даже при участии в составе спелого леса в количестве нескольких десятков деревьев на 1 га часто захватывает всю территорию вырубki. Обильная поросль препятствует возобновлению хвойных пород.

Такое положение приводит к ухудшению структуры и качества лесного фонда, сдерживает развитие лесохозяйственного производства, ослабляет темпы освоения лесных площадей. Однако необходимо учитывать, что значительная часть перестойных осинников обеспечена жизнеспособным подростом и (или) вторым ярусом ели, благодаря чему может быть осуществлен достаточно быстрый и успешный перевод осинников в хвойные фитоценозы. Помимо этого, в спелых и перестойных осиновых насаждениях имеются значительные запасы деловой древесины других пород, которые могли бы быть использованы, но не вовлекаются в эксплуатацию из-за большой доли низкотоварной осиновой древесины.

Меры борьбы с порослью осины разрабатывались лесоводами давно. Кольцевание ствола взрослой осины предлагал еще Д.М. Кравчинский [8], научные основы химической подсушки осины разработаны Н.Е. Декатовым [3, 4]. В последние десятилетия были проведены эксперименты по снижению порослевой способности осины, результаты которых свидетельствуют о возможности ее частичного или полного подавления [1, 2, 5, 6, 9–14]. Часть опытов предусматривала химическую подсушку осины с последующей рубкой деревьев других пород, но оставлением на корню подсушенной осины (Сиверский лесхоз Ленинградской области, опытное хозяйство «Могутовский лес» Псковской области, Лисинский учебно-опытный лесхоз СПбГЛТА).

Известно, что при традиционной технологии разработки лесосек и валке деревьев осины, имеющих широкую крону, повреждается и уничтожается много подроста хозяйственно ценных пород. При оставлении на корню подсушенной осины этого не происходит, поскольку ее отпад идет постепенно и отдельными фрагментами (сучья, вершины, верхние части стволов). Оставленные на корню деревья осины полностью разлагаются через 8...10 лет, участвуя в биологическом круговороте веществ и обогащая лесную почву элементами минерального питания.

Цель данного исследования – выявить состояние подсушенной осины, оценить успешность естественного возобновления ценных пород (в том числе твердолиственных), установить наличие поросли осины.

Для этого летом 2008 г. нами были обследованы пять участков в квартале 103 Новосельского лесничества опытного хозяйства «Могутовский лес», на которых в 2003 г. проведена химическая подсушка осины (инъекция раундапа) и в начале 2004 г. сплошная рубка с оставлением осины. Все опытные работы на объектах в разные годы организованы В.М. Степановым. Участки до рубки отличались по составу древостоев, типу леса, полноте и запасам древесины (табл. 1). Доля осины составляла от 3 до 9 единиц. Общий запас I яруса варьировал в разных типах леса от 206 до 513 м³ на 1 га. Почва на ПП 1, 2 и 5 – модергумусная слабоподзолистая тяжелосуглинистая на карбонатных моренных суглинках; на ПП 3 – модергумусная среднеподзолистая тяжелосуглинистая на бескарбонатной морене; на ПП 4 – торфяно-перегнойная на глубоких торфах (2 м и более). Для характеристики подроста и подлеска на каждом опытном участке равномерно по площади закладывали по 30...40 круговых учетных площадок (10 м²).

Таблица 1

Характеристика пробных площадей до рубки

№ ПП	Ярус	Состав древостоя	Класс возраста	$H_{ср}$, м	$D_{ср}$, см	Полнота	Густота, шт./га	Запас, м ³ /га	Класс бонитета	Тип леса
1	I	4Е6Ос +Б	VI	27	32	0,80	440	430	I	Кисличный
	II	7Лп3Е, ед. Ил, Кл, Ос	–	11	14	0,10	137	12	–	
2	I	9Ос1Е +Б	VIII	27	34	0,84	370	440	I	«
	II	8Е1Лп 1Кл, ед. Ил, Ос	–	13	15	0,20	352	40	–	
3	I	7Е3Ос +Б	VI	25	30	0,70	370	343	II	Черничный
4	II	8Е2Б	–	16	14	0,10	88	13	–	Хвощово-сфагновый
	I	5Б5Ос + Е, ед. С, Ол.ч	VII	20	24	0,67	444	206	II	
5	II	6Б4Е, ед. Ол.ч	–	15	12	0,20	426	28	–	Кисличный
	I	9Ос1Е +Б, Ол.ч	VIII	28	38	1,10	344	513	I	
	II	7Е2Б 1Ол.ч + Кл	–	17	16	0,30	825	90	–	

Таблица 2

**Состояние деревьев осины через 5 лет после проведения химической подсушки,
% от первоначального количества**

Состояние деревьев осины	Номер пробной площади				
	1	2	3	4	5
Обработанные раундапом: стоят усохшие с частичным опадением сучьев	74	77	37	90	76
сломаны ветром (остолопы)	7	6	29	0	22
ветровал	1	2	6	0	0
стоят живые ($D > 40$ см) с частью живой кроны и частичным опадением сучьев	15	13	6	10	2
Не обработанные раундапом (пропущенные)	3	2	22	0	0
Итого	100	100	100	100	100

Через 5 лет после химической подсушки большинство деревьев осины полностью усохло, часть сломана или повалена ветром (табл. 2). Однако многие толстые деревья (диаметром на высоте груди 40 см и более) не погибли полностью и в течение 5-летнего срока (2...15 % от первоначальной численности и до 46 % от количества крупных деревьев). Следовательно, для таких деревьев необходима большая доза арборицида по сравнению с более тонкими.

Наибольшая густота осинового поросли (4,5 тыс. экз./га) выявлена на ПП 3 (табл. 3), где не обработано раундапом 22 % стволов осины. По нашему мнению, основная причина большой доли порослевой осины – реализация возобновительного потенциала не обработанных арборицидом деревьев в изменившихся условиях освещенности и теплового режима. Для этого же участка (тип леса ельник-черничник) характерна также наибольшая густота подростка ели (8,6 тыс. экз./га), который в основном представлен популяцией предварительного возобновления и уже не испытывает конкуренции со стороны осины. Здесь можно ожидать формирования полноценного елового древостоя, так как густота подростка ели почти вдвое больше, чем у подростка осины.

На остальных участках поросли осины значительно меньше (до 1,7 тыс. экз./га). На богатых почвах ПП 1, 2 и 5 в подростке присутствуют широколиственные породы, причем на участках 1 и 2 численность клена около 5 тыс. экз./га. В этих условиях подростка ели мало, что можно объяснить доминированием липы и клена. На участке 5, напротив, ель присутствует в достаточном для формирования будущего древостоя количестве (более 3 тыс. экз./га), а другие породы представлены меньше в связи с очень высокой полнотой двухъярусного древостоя (полнота первого яруса 1,1; второго 0,3).

Таблица 3

Густота и состав подроста (кроме сухого)

Показатели	Номер пробной площади				
	1	2	3	4	5
Густота, экз./га:					
Ель	279	515	8594	6133	3151
Сосна	–	–	–	33	–
Береза	31	–	2719	899	545
Осина	1407	1697	4501	1067	91
Клен	5158	4788	–	–	818
Липа	1842	425	–	–	–
Вяз	62	–	–	–	–
Ясень	–	30	–	–	–
Ольха черная	–	–	–	–	545
Итого	8778	7455	15814	8032	5150
Состав, %	59Кл21Лп 16Ос3Е1Вз, ед. Б	64Кл23Ос 7Е6Лп, ед. Яс	54Е28Ос 18Б	76Е13Ос 11Б, ед. С	61Е16Кл 11Б10Ол.ч 2Ос

Таблица 4

Распределение подроста ели по категориям состояния, %

Категория состояния	Номер пробной площади				
	1	2	3	4	5
Жизнеспособный	80,0	70,6	62,8	85,9	74,2
Нежизнеспособный и поврежденный	19,3	27,0	33,7	14,1	21,9
Сухой	0,7	2,4	3,5	–	3,9
Итого	100	100	100	100	100

Больше всего подроста ели на ПП 4 (березняк хвощово-сфагновый). Здесь его численность превышает 6 тыс. экз./га, нет сухого подроста, жизнеспособного – 86 % (табл. 4). На других обследованных участках доля жизнеспособного подроста ели ниже, в некоторых случаях существенно (ПП 2 и 3).

По категориям крупности на большинстве участков преобладает подрост ели средний и мелкий (табл. 5). Даже на ПП 3, где густота подроста осины составляет около 4,5 тыс. экз./га (см. табл. 3), она не оказывает отрицательного влияния на успешность возобновления ели, что подтверждается высокой густотой елового молодняка (более 8 тыс. экз./га).

Таблица 5

Распределение подроста ели по группам высот, %

Группа высот	Номер пробной площади				
	1	2	3	4	5
Крупный	16,4	16,3	7,7	5,0	42,7
Средний	65,1	58,9	56,7	50,6	40,9
Мелкий	18,5	24,8	35,6	44,4	16,4
Итого	100	100	100	100	100

Таблица 6

Состав и густота подлеска на пробных площадях, экз./га

Порода	Номер пробной площади				
	1	2	3	4	5
Волчье лыко	31	–	–	–	91
Жимолость	1031	909	–	–	513
Ивы	31	–	–	667	30
Калина	407	91	–	–	–
Крушина	–	–	–	200	–
Лещина	469	121	–	–	–
Рябина	876	425	3438	233	3030
Смородина красная	–	91	–	–	–
Черемуха	251	–	–	–	–
Вишня	–	–	–	–	30
Итого	3096	1637	3438	1100	3694

В составе подлеска наибольшее разнообразие, подтверждающее богатство почвенных условий, характерно для ПП 1, 2 и 5 (табл. 6). Но вместе с тем, как уже указывалось, на ПП 1 и 2 выявлена и наименьшая густота подроста ели. По-видимому, подлесочные породы, характерные для зоны хвойно-широколиственных лесов (жимолость, лещина, калина и др.), конкурируют с елью. В то же время рябина, густота которой составляет 3...4 тыс. экз./га (ПП 3, 5), не оказывает заметного конкурентного влияния на подрост ели.

Оценивая перспективы формирования насаждений на обследованных вырубках, следует отметить, что количественный и качественный состав подроста в совокупности с деревьями сохранившегося II яруса позволяет практически полностью исключить в дальнейшем сколько-нибудь значительное присутствие осины. На ПП 1 и 2 доминируют клен, липа с участием ели. На других участках преобладает ель с участием березы (ПП 3 и 4) или клена, березы, ольхи черной (ПП 5). Лишь на ПП 3 в составе будущего древостоя возможна порослевая осина.

Наши выводы о частичном или полном подавлении порослевой способности осины в общем согласуются с результатами других исследований [7, 10 и др.], однако носят предварительный характер. Необходим более детальный и глубокий анализ, подбор новых объектов. Полезно провести аналогичные исследования в насаждениях, не обеспеченных подростом предварительной генерации, на участках несплошных главных рубок. Следует подробно изучить способность подсушенной осины давать порослевое возобновление и выявить факторы, определяющие ее устойчивость к дозам и видам арборицидов. Требуется выявить условия, при которых оставление осины на лесосеке может расцениваться как мера, хозяйственно наиболее целесообразная и оптимальная в данных экономических условиях.

Мы считаем необходимым проведение масштабных опытно-производственных работ с подсушкой осины в нескольких областях

Северо-Запада России. Для получения достоверных результатов такие работы следует провести в разных типах леса, древостоях разного состава и в разные сезоны года. Цель таких опытов – решение «осиновой проблемы» на примере Северо-Западного региона и внесение необходимых коррективов в действующие «Правила заготовки древесины».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бельков, В.П.* Инъекция арборицидов в стволы осины для предотвращения ее вегетативного возобновления на вырубках [Текст]: метод. рекомендации / В.П. Бельков, А.Б. Егоров, В.М. Степанов. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1991. – 20 с.
2. Временное руководство по инъекции арборицидов в стволы лиственных пород для предотвращения их возобновления на вырубках [Текст] / В.П. Бельков, А.Б. Егоров, В.И. Васильев. – М.: Федер. служба лесн. хоз-ва России, 1998. – 8 с.
3. *Декатов, Н.Е.* Химическая подсушка фаутовой осины в лесоводственных целях [Текст] / Н.Е. Декатов. – Л.: ЦНИИЛХ, 1955. – 14 с.
4. *Декатов, Н.Е.* Применение гербицидов и арборицидов в лесном хозяйстве [Текст] / Н.Е. Декатов. – М; Л.: Лесн. пром-сть, 1966. – 171 с.
5. *Егоров, А.Б.* Воспроизводство хозяйственно ценных лесов с применением химического метода: история, современное состояние и перспективы развития [Текст] А.Б. Егоров // Тр. СПбНИИЛХ. – СПб., 2000. – Вып. 2 (3). – С. 18–33.
6. *Жигунов, А.В.* Воспроизводство хозяйственно ценных пород с применением химического метода [Текст]: учеб. пособие / А.В. Жигунов, А.Б. Егоров. – СПб.: СПбГЛТА, 2001. – 40 с.
7. *Ильин, В.П.* Перспективы лесопользования в древостоях с участием осины [Текст] / В.П. Ильин, Н.А. Пирогов, Е.Е. Подшиваев // Повышение производительности и эффективности использования лесов на осушенных землях: материалы междунар. совещ. – СПб.: СПбНИИЛХ, 2008. – С. 202–208.
8. *Кравчинский, Д.М.* Лисинская казенная лесная дача [Текст] / Д.М. Кравчинский // Лесн. журн. – 1912. – Вып. 6–7.
9. *Линдеман, Г.В.* Отмирание окольцованной осины и развитие на ней вредителей и болезней [Текст] / Г.В. Линдеман, Т.М. Турундаевская // Взаимоотношения компонентов биогеоценоза в лиственных молодняках. – М., 1970. – С. 270–281.
10. *Мартынов, А.Н.* Применение раундапа в лесу [Текст] / А.Н. Мартынов, А.Н. Красновидов, А.В. Фомин. – СПб.: СПбНИИЛХ, 1998. – 148 с.
11. *Самгин, П.А.* Использование арборицидов для подавления корнеотпрысковой способности осины [Текст] / П.А. Самгин, О.В. Бахтин // Лесн. хоз-во. – 1971. – № 10. – С. 40–41.
12. *Смилга, Л.Я.* Осина [Текст] / Л.Я. Смилга. – Рига: Зинатне, 1986. – 238 с.
13. *Стороженко, В.Г.* Ведение хозяйства в осинниках [Текст] / В.Г. Стороженко, Л.Е. Михайлов, С.Н. Багаев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 145 с.
14. *Шутов, И.В.* Применение арборицидов в лесу [Текст] / И.В. Шутов, А.Н. Мартынов. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 208 с.

A.V. Gryazkin, A.P. Smirnov

Saint-Petersburg State Forest-Technical Academy

On Suppression of Aspen Rejuvenation Capacity

The research results of the young growth regeneration of aspen and struggle with it in the conditions of the Russian northwest are summarized. The possibility of transfer of low-value stands into the economically valuable stands is established. The necessity of carrying out the scaled experimental-production work with aspen predrying is revealed.

Keywords: aspen, rejuvenation capacity, predrying, economical value.

УДК 630*181.21

Н.А. Харченко, О.М. Корчагин, В.Ю. Заплетин

Воронежская государственная лесотехническая академия

Харченко Николай Алексеевич родился в 1935 г., окончил в 1960 г. Воронежский лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии, защиты леса и лесного охотоведения Воронежской государственной лесотехнической академии, заслуженный лесовод РФ. Имеет свыше 200 научных работ в области экологии, защиты леса и лесного охотоведения.

E-mail: vglt@vglt.vrn.ru



Корчагин Олег Михайлович родился в 1964 г., окончил в 1986 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет свыше 40 научных работ в области экологической физиологии, анатомии и морфологии древесных растений.

E-mail: omkorchagin@mail.ru



Заплетин Владимир Юрьевич родился в 1982 г., окончил в 2005 г. Воронежскую государственную лесотехническую академию, аспирант кафедры экологии, защиты леса и лесного охотоведения ВГЛТА. Имеет 15 научных работ в области экологической анатомии и морфологии прегенеративных особей дуба черешчатого.

E-mail: vlad_dimir@nextmail.ru



ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И СОХРАННОСТЬ СЕЯНЦЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В СВЯЗИ С РАЗЛИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ ЗАТЕНЕНИЯ

Представлены результаты трехлетнего изучения сеянцев дуба черешчатого в условиях различного затенения посевов в лесном питомнике.

Ключевые слова: дуб черешчатый, сеянцы, затенение, жизненное состояние, повреждаемость, сохранность.

В настоящее время в связи с обострением давней проблемы возобновления дубрав [1, 3, 4, 6] возрастает интерес к одной из важнейших ее частей – сохранности самосева и оценке его жизнеспособности. До сих пор недостаточно изучены жизненное состояние и сохранность прегенеративных особей дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). Даже по столь широко освещенному вопросу, как повреждаемость сеянцев дуба мучнистой росой в связи с затенением, литературные данные довольно противоречивы [2, 5, 8, 9].

В целях исследования влияния различных уровней затенения на жизненное состояние и сохранность сеянцев дуба черешчатого нами заложены модельные опыты. Объектами изучения служили сеянцы дуба, выращенные в течение трех лет в лесном питомнике Правобережного лесничества Учебно-опытного лесхоза ВГЛТА. Опыт представлял собой четыре вари-

анта затенения и контроль. В вариантах 1, 2, 3 и 4 затенение осуществлялось при помощи деревянных решетчатых щитов и составляло соответственно 50, 75, 88 и 95 % от полного солнечного освещения. На контрольных участках затеняющие щиты не устанавливались. В варианты опыта и контроль входило по 4 повторности, каждая из них включала по 4 повторения площадью 1 м². Жизненное состояние определяли по модифицированной методике О.В. Рыжкова [7].

Наибольший процент неповрежденных особей отмечен не в контроле, как можно было предположить, а у особей варианта 1 (затенение 50 %), причем преимущество, как правило, приближалось к двукратному (табл. 1). С повреждением до 10 % от общей поверхности листа преобладали особи, выращиваемые с затенением 50 % и без него, более 25 % – при затенении 75, 88 и 95 %.

Средневзвешенное жизненное состояние за 3 года роста и развития сеянцев дуба черешчатого в условиях различного затенения составило у контрольных растений 2,8 отн. ед., в вариантах 1, 2, 3 и 4 соответственно 3,5; 4,1; 4,5 и 4,9 отн. ед. Таким образом, прослеживается четкая связь между уровнем затенения и повреждаемостью сеянцев: с последовательным увеличением затенения в 2 раза их средневзвешенное жизненное состояние снижается на 0,4...0,7 отн. ед.

Установленные зависимости являются результатом анализа степени поражения молодых дубков вредителями, а также механических повреждений.

Наибольшая доля повреждений сеянцев приходится на мучнистую росу (*Microspheera alphitoides* Griff. et Maubl.), в среднем около 80 % (34...100 %) особей всех вариантов опыта. Прослеживается прямая тесная связь между затенением посевов и поражением листьев мучнистой росой (коэффициент корреляции $r_{2002} = 0,970 \pm 0,021$, $r_{2003} = 0,990 \pm 0,002$, $r_{2004} = 0,750 \pm 0,219$). Полученный нами результат исследования не согласуется с данными Н.Т. Картавенко [5], в соответствии с которыми затенение сеянцев дуба уменьшает их поражаемость мучнистой росой. Однако у Н.Т. Картавенко для затенения сеянцев использовались не решетчатые щиты, а сельскохозяйственные культуры, которые, на наш взгляд, помимо затенения оказывают и другие виды воздействия, в том числе через влияние фитонцидов.

Таблица 2

Распределение сеянцев дуба по типам повреждений, %

Тип повреждений	Процент затенения				Контроль
	50	75	88	95	
Однолетние сеянцы, 2002 г.					
Мучнистая роса	78,1	98,4	95,3	98,4	34,4
Листогрызущие насекомые	25,0	0	0	0	40,6
Минирующая моль	0	0	0	0	1,6
Краевой запал	3,1	0	0	0	20,3
Некроз листьев	0	31,3	21,9	10,9	37,5
Усыхание «	0	15,6	14,1	39,1	10,9
Перевершинивание	1,4	1,6	1,8	1,6	1,6

Двухлетние сеянцы, 2003 г.					
Мучнистая роса	75,0	88,2	93,2	–	45,8
Листогрызущие насекомые	88,3	95,0	86,5	–	92,9
Минирующая моль	6,1	0	0	–	14,7
Краевой запал	0,3	0,5	0,3	–	0,5
Некроз листьев	18,4	2,5	0	–	2,9
Усыхание «	0,5	0	0	–	0
Слом стебля	1,5	0	0	–	0
Перевершинивание	29,6	10,1	52,7	–	47,9
Другие повреждения	48,0	5,9	0	–	0
Трехлетние сеянцы, 2004 г.					
Мучнистая роса	90,1	90,7	100,0	–	88,8
Листогрызущие насекомые	47,5	79,7	84,8	–	45,0
Скелетирование	11,5	15,6	6,1	–	5,0
Краевой запал	3,3	6,3	6,1	–	1,3
Скручивание листьев	6,6	7,8	21,2	–	3,8
Некроз «	1,6	4,7	6,1	–	0
Усыхание «	0	1,6	3,0	–	2,5
Слом стебля	1,6	0	0	–	6,3
Повреждение стебля животными	32,8	29,7	3,0	–	20,0
Перевершинивание	27,9	6,3	39,4	–	42,5
Усыхание вершины	0	0	3	–	1,3

Второе место по доле повреждений занимают листогрызущие. В первый год отмечена необычная закономерность: поражены особи контроля и варианта 1, а в вариантах 2, 3 и 4 такие повреждения не наблюдались (табл. 2). Хотя известно, что у наиболее освещенных листьев толще кутикула, верхняя эпидерма, и теоретически они должны меньше повреждаться листогрызущими насекомыми.

Одним из объяснений столь парадоксальной ситуации, на наш взгляд, может быть фактор времени. В силу лучшего освещения и быстрого развития всходы контроля и варианта 1 раньше других развернули листовую аппарат. А деятельность энтомовредителей и возбудителей грибных заболеваний, как известно, привязана к определенному временному периоду, который, видимо, совпал с этим этапом вегетации.

Нельзя не отметить, что у 2- и 3-летних сеянцев стабильно высока доля особей (около 35 %) с перевершиниванием стволика, причем их количество не связано с уровнем затенения. Более того, перевершинивание стволика отмечено даже у всходов в первый вегетационный период.

По мере затенения посевов сохранность сеянцев дуба черешчатого снижалась, однако в разных вариантах опыта неодинаково. Сеянцы варианта с наибольшим затенением (95 %) к началу второго вегетационного периода погибли, хотя к концу первого их сохранность была почти полной. Сохранность сеянцев варианта 3 (88 %) резко снизилась к концу второго (менее 30 %) и третьего (менее 20 %) периодов. При затенении 50 и 75 % она уменьшалась и существенно не отличалась от контроля (50...70 %).

Выводы

1. Затенение 95 % является критическим стрессором, вызывая полную гибель всходов дуба черешчатого к началу второго вегетационного периода; затенение 88 % влечет за собой более чем 80 %-й отпад семян к концу третьего вегетационного периода; затенение 50 и 75 % находится в пределах нормы реакции растений на недостаток освещения.

2. При затенении 50 % сеянцы повреждаются в наименьшей степени, даже по сравнению с выращиваемыми при полном солнечном освещении.

3. Средневзвешенное жизненное состояние 4,5 отн. ед. является критическим, свыше которого нет перспективы сохранности всходов к началу второго вегетационного периода.

4. Установлена прямая тесная связь между затенением посевов и поражением листьев мучнистой росой ($r_{cp} = 0,901$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерусалимский, В.И. Как сохранить дубравы [Текст] / В.И. Ерусалимский // Лесн. хоз-во. – 2000. – № 5. – С. 13–15.

2. Заплетин, В.Ю. Морфологическая характеристика всходов *Quercus robur* L. в связи с различными условиями их затенения [Текст] / В.Ю. Заплетин, О.М. Корчагин // Лес. Наука. Молодежь-2004: сб. материалов по итогам НИР молодых ученых ВГЛТА за 2004 г. / под ред. Л.Т. Свиридова. – Воронеж, 2004. – С. 20–27.

3. Калиниченко, Н.П. Дубравы России [Текст]: моногр. / Н.П. Калиниченко. – М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. – 536 с.

4. Каразия, С. К вопросу естественного возобновления дуба [Текст] / С. Каразия // Дуб – порода третьего тысячелетия: сб. науч. тр. Ин-та леса НАН Беларуси. – Гомель, 1998. – Вып. 48. – С. 145–150.

5. Картавенко, Н.Т. Значение притенения в борьбе с мучнистой росой дуба в лесостепи Зауралья [Текст] / Н.Т. Картавенко // Ботан. журн. – 1958. – № 3. – С. 399–400.

6. Петров, В.А. Эколого-лесоводственные особенности естественного возобновления в расстроенных дубравах Чувашской Республики [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.А. Петров. – Казань, 2004. – 21 с.

7. Рыжков, О.В. Стационарные исследования древесной растительности в заповедниках [Текст] / О.В. Рыжков // Почвенный и биотический мониторинг заповедных экосистем. – М., 1996. – С. 63–66.

8. Селочник, Н.Н. Мучнистая роса дуба и ее распределение в пологе насаждения [Текст] / Н.Н. Селочник, А.Ф. Илюшенко, Н.К. Кондрашова // Лесоведение. – 1994. – № 4. – С. 61–70.

9. Хвасько, А.В. Особенности развития мучнистой росы дуба в условиях Беларуси и усовершенствование защитных мероприятий [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Хвасько. – Минск: БГТУ, 2004. – 20 с.

Поступила 10.06.08

N.A. Kharchenko, O.M. Korchagin, V.Yu. Zapletin
Voronezh State Academy of Forestry Engineering

Vital State and Preservation of English Oak Seedlings due to Different Shading Conditions

The results of a three-year study of English oak seedlings in the conditions of different crops shading in the forest nursery are provided.

Keywords: English oak, seedlings, shading, vital state, fault probability, preservation.

Таблица 1

Жизненное состояние и сохранность семян дуба черешчатого

Процент затенения	Распределение семян, %, по жизненному состоянию*						Средне-взвешенное жизненное состояние, отн. ед.	Средняя густота семян, шт./м ²	Сохранность семян, %, относительно			
	1	2	3	4	5	6			общего количества желудей	количества всходов	количества двухлетних семян	
Однолетние семена, 2002 г.												
50	17,2	42,2	18,8	9,4	9,4	3,1	2,61 ± 0,17	18,0 ± 1,3	58,5	–	–	
75	0	0	4,7	32,8	42,2	20,3	4,78 ± 0,10	11,0 ± 1,0	37,9	–	–	
88	1,6	6,3	12,5	26,6	31,3	21,9	4,45 ± 0,15	22,0 ± 1,4	74,4	–	–	
95	0	0	0	37,5	37,5	25,0	4,88 ± 0,10	18,0 ± 1,3	60,6	–	–	
Контроль	9,4	37,5	31,3	15,6	6,3	0	2,72 ± 0,13	17,0 ± 1,3	57,3	–	–	
Двухлетние семена, 2003 г.												
50	0	7,7	17,9	13,8	23,5	37,2	4,60 ± 0,10	16,0 ± 1,2	53,3	88,9	–	
75	0	9,6	57,0	31,6	1,8	0	3,30 ± 0,06	10,0 ± 0,7	33,3	90,9	–	
88	0	3,1	12,5	43,8	25,0	15,6	4,40 ± 0,18	6,0 ± 0,5	20,0	27,3	–	
Контроль	1,3	17,8	45,3	24,2	9,3	2,1	3,30 ± 0,06	15,0 ± 1,1	50,0	88,2	–	
Трехлетние семена, 2004 г.												
50	8,2	26,2	24,6	14,8	18,0	8,2	3,30 ± 0,19	9,0 ± 0,7	28,6	47,7	53,7	
75	1,6	15,6	15,6	20,3	20,3	26,6	4,20 ± 0,18	8,0 ± 0,6	26,7	72,7	80,0	
88	0	6,1	6,1	27,3	39,4	21,2	4,60 ± 0,19	4,0 ± 0,3	13,8	18,8	68,8	
Контроль	3,8	70,0	20,0	6,3	0	0	2,30 ± 0,07	13,0 ± 1,0	42,3	74,6	84,6	

* Жизненное состояние: 1 – без повреждений; 2 – до 10; 3 – 10 ... 25; 4 – 25 ... 50; 5 – 50 ... 75; 6 – 75 ... 100 % повреждений.

УДК 630*52:630*174.754

К.С. Бобкова, М.А. Кузнецов, А.В. Манов, Э.П. Галенко, В.В. Тужилкина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Бобкова Капитолина Степановна родилась в 1939 г., окончила в 1962 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор РАН, главный научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 200 печатных работ в области экологии леса, биоразнообразия, структуры и биологической продуктивности хвойных фитоценозов, углеродного цикла лесных экосистем Севера.

E-mail: bobkova@ib.komisc.ru



Кузнецов Михаил Андреевич родился в 1982 г., окончил в 2005 г. Сыктывкарский государственный университет, аспирант Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет 8 печатных работ в области экологии леса, лесного почвоведения и углеродного цикла в ельниках.

E-mail: kuznetsov_ma@list.ru



Манов Алексей Валерьевич родился в 1983 г., окончил в 2005 г. Сыктывкарский лесной институт, филиал С.-Петербургской лесотехнической академии, аспирант Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет 3 печатные работы по структуре фитоценозов притундровых ельников.

E-mail: manov@gmail.ru



Галенко Эльмира Пантелеймоновна родилась в 1939 г., окончила в 1961 г. Ленинградский государственный университет, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 80 печатных работ в области экологии леса, фитолимата и биологической продуктивности таежных лесов Европейского Северо-Востока.

E-mail: galenko@ib.komisc.ru



Тужилкина Валентина Васильевна родилась в 1949 г., окончила в 1973 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 100 печатных работ в области экологической физиологии древесных растений и углеродного цикла лесных экосистем Севера.

E-mail: tuzhilkina@ib.komisc.ru



ФИТОМАССА ДРЕВОСТОЕВ ЕЛЬНИКОВ ЧЕРНИЧНО-СФАГНОВЫХ НА БОЛОТНО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА*

Рассмотрены запасы и структура фитомассы древостоев ельников чернично-сфагновых на болотно-подзолистых почвах в крайне северной, северной и средней подзонах тайги. Приведенные уравнения связи массы отдельных компонентов де-

* Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН, No 16 (2009-2011) при поддержке РФФИ (проект № 07-04-00104-а).

ревьев с диаметром их стволов позволяют определить запасы фитомассы на основе лесоустроительных материалов и данных перечетов древостоев.

Ключевые слова: ельник, древостой, фитомасса.

Основные изменения фитоценозов в направлении с юга на север проявляются в закономерной смене состава всех ярусов растительности, упрощении их строения, постепенном разреживании древостоев и снижении их производительности [12, 18], интенсивности накопления органической массы различных лесных формаций и типов леса [8, 14, 19].

При изучении продуктивности лесов в зональном аспекте необходимо учитывать типичность и представленность лесных фитоценозов, соответствующих географическим и эдафическим условиям их произрастания. Так, на Европейском Северо-Востоке России доминируют еловые леса. На территории Республики Коми они занимают 16,2 млн га, из них в подзоне крайне северной тайги сосредоточено 24,2; северной 31,7; средней 41,7; южной 3,5 % [7]. Зональными в этом регионе являются развитые на типичных подзолистых почвах ельники черничные, продуктивность которых изучена довольно полно [2, 6, 9, 17]. В рассматриваемом регионе значительные площади занимают ельники долгомошной и сфагновой групп, развивающихся на полугидроморфных и гидроморфных почвах [7, 11, 22]. В северных районах Республики Коми леса данных групп типов составляют более половины площади еловых лесов. Биологическая продуктивность их изуче-



на очень слабо.

Рис. 1. Картосхема Республики Коми. Расположение объектов исследований

Цель данной работы – оценить продуктивность ельников чернично-сфагновых на болотно-подзолистых почвах в разных подзонах тайги Республики Коми. Исследования проведены в подзонах крайне северной на территории Усть-Цилемского района (65°55' с.ш., 52°36' в.д.), северной (Печорский район, 64°30' с.ш., 55°30' в.д.) и средней (Княжпогостский район, 62° 17' с.ш., 50°40' в.д.) (рис. 1).

В крайне северной подзоне тайги древостой из ели с примесью березы развивается на торфянисто-подзолисто-глеевой супесчаной почве, подстилаемой тяжелыми суглинками; в северной – с березой и сосной на такой же почве; в средней – с березой, сосной и пихтой на торфянисто-подзолисто-глеевой суглинистой на глине. Исследуемые древостои разновозрастные, разновысотные, но ярусность не выражена.

Лесотаксационные работы в ельниках выполнены общепринятыми методами [16]. Были заложены три постоянные пробные площади размером 50×60 м, на которых проводили сплошной пересчет, измеряли высоту 20 ... 25 деревьев. Путем отбора кернов на высоте корневой шейки определяли возраст 15 ... 20 деревьев ели и 5 ... 10 деревьев сопутствующих пород из разных ступеней толщины. Анализ таксационных материалов выполняли в соответствии с методическими указаниями [10]. Характеристика исследуемых ельников приведена в табл. 1.

Запасы органической массы древесных растений определяли методом модельных деревьев [13, 21]. Проанализировано 43 модели, из них в подзоне крайне северной тайги: ели – 5, березы – 4; северной: ели – 7, березы – 6, сосны – 2; средней: ели – 14, березы – 4, сосны – 1. На каждой пробной площади исследовано по 3 ... 8 деревьев подроста. У моделей учитывали массу древесины ствола, коры, ветвей, листьев. Массу корней определяли по методу крупных и мелких монолитов [15].

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика заболоченных ельников

Состав древостоя	Порода	Возраст, лет	Густота древостоя, экз.·га ⁻¹	Запас древесины, м ³ ·га ⁻¹	Абсолютная полнота, м ² ·га ⁻¹	Средняя высота, м	Средний диаметр, см
Крайне северная подзона							
8Е2Б	Ель	110...270	$\frac{814}{67}$	$\frac{62,0}{2,0}$	–	9	12
	Береза	80...150	$\frac{250}{-}$	$\frac{15,0}{-}$	–	9	11
	Всего	–	$\frac{1064}{67}$	$\frac{77,0}{2,0}$	–	–	–
Северная подзона							

9Е1Б+С	Ель	100...250	$\frac{1215}{136}$	$\frac{95,0}{9,7}$	16,10	10	13
	Сосна	120	$\frac{15}{-}$	$\frac{22,0}{-}$	0,40	11	18
	Береза	100	$\frac{315}{45}$	$\frac{19,0}{0,3}$	3,00	9	11
	Всего	–	$\frac{1545}{181}$	$\frac{136,0}{10,0}$	19,50	–	–
	Средняя подзона						
9Е1Б+С, ед. Пх	Ель	106...200	$\frac{595}{44}$	$\frac{177,0}{3,4}$	0,76	16	20
	Сосна	110	$\frac{5}{-}$	$\frac{8,0}{-}$	0,03	22	40
	Пихта	50	$\frac{10}{-}$	$\frac{1,0}{-}$	0	10	10
	Береза	110	$\frac{15}{-}$	$\frac{8,0}{-}$	0,04	20	32
	Всего	–	$\frac{625}{44}$	$\frac{194,0}{3,4}$	0,83	–	–

Примечание. В числителе – данные для растущих деревьев, в знаменателе – для сухих.

Таблица 2

**Коэффициенты степенных уравнений связи сухой массы
компонентов деревьев с диаметром ствола**

Порода	Фракция фитомассы	Коэффициенты		Индекс детерминации
		<i>a</i>	<i>b</i>	
Крайне северная подзона				
Ель	Древесина стволовая	0,060	2,290	0,949
	Кора «	0,014	2,071	0,754
	Ветви живые	0,023	2,053	0,871
	« сухие	0,046	1,595	0,994
Береза	Хвоя	0,025	1,873	0,973
	Древесина стволовая	0,080	2,122	0,999
	Кора «	0,031	1,808	0,974
	Ветви живые	0,004	2,775	0,997
	« сухие	0,001	2,521	0,935
	Листья	0,105	0,928	0,994
Северная подзона				
Ель	Древесина стволовая	0,071	2,310	0,971
	Кора «	0,018	2,231	0,980
	Ветви живые	0,017	2,304	0,930
	« сухие	0,010	1,974	0,933

Сосна	Хвоя	0,100	1,602	0,993
	Древесина стволовая	0,022	2,794	0,990
	Кора «	0,016	1,997	0,990
	Ветви	0,007	2,841	0,960
Береза	Хвоя	0,014	2,258	0,960
	Древесина стволовая	0,035	2,411	0,980
	Кора «	0,027	2,171	0,979
	Ветви живые	0,013	2,445	0,932
	« сухие	0,001	2,761	0,939
	Листья	0,021	1,585	0,905
Средняя подзона				
Ель	Древесина стволовая	0,041	2,635	0,976
	Кора «	0,003	2,758	0,898
	Ветви живые	0,013	2,361	0,929
	« сухие	0,008	1,024	0,734
	Хвоя	0,024	2,196	0,896

Выравнивание фитомассы модельных деревьев по ступеням толщины выполняли с помощью регрессионных уравнений. Нами проанализированы линейное, логарифмическое, полиномиальное, степенное уравнения. Во всех рассматриваемых фитоценозах связь массы отдельных компонентов дерева с диаметром ствола лучше всего описывается степенным уравнением $y = ax^b$, где x – диаметр ствола на высоте 1,3 м, y – масса фракции фитомассы. Значения коэффициента детерминации уравнений в старовозрастных ельниках колеблются от 0,734 до 0,999 в зависимости от условий произрастания в различных подзонах (табл. 2). Это свидетельствует об изменчивости соотношений между компонентами массы дерева в широтном направлении.

Таблица 3

Запасы живых фракций фитомассы, т абс. сухого вещества на 1 га

Порода	Хвоя (листья)	Ветви живые	Ствол		Всего	Корни и пни	Итого
			Древесина	Кора			
Крайне северная подзона							
Ель	2,86	4,25	20,97	2,72	30,80	19,10	49,90
Береза	0,27	1,16	4,19	0,25	5,87	3,64	9,51
Всего	3,13	5,41	25,16	2,97	36,67	22,74	59,41
Северная подзона							
Ель	7,59	8,85	36,42	7,44	60,30	26,72	87,02
Береза	0,33	2,00	9,21	1,99	13,53	5,01	18,54
Сосна	0,16	0,57	1,40	0,09	2,22	0,95	3,17
Всего	8,08	11,42	47,03	9,52	76,05	32,68	108,73
Средняя подзона							
Ель	13,36	12,70	92,59	12,13	130,78	39,07	169,85
Береза	0,09	0,63	3,12	0,53	4,37	0,93	5,30
Сосна	0,09	0,49	1,80	0,14	2,52	0,77	3,29
Пихта	0,02	0,02	0,17	0,03	0,24	0,06	0,30
Всего	13,56	13,84	97,68	12,83	137,91	40,83	178,74

В условиях крайне северной тайги в старовозрастном ельнике чернично-сфагновом фитомасса растущих органов деревьев древостоя равна 59,41 т/га, из них ели 84, березы 16 % (табл. 3). На долю стволовой древесины приходится 42,3; ветвей 9,1; коры стволовой 5,0; пней и корней 38,2 % от общей массы древостоя. В подзоне северной тайги запасы органической массы древесного яруса составляют 108,73 т/га, из них ели 80,0; березы 17,1; сосны 2,9 %. На стволовую древесину приходится 43,3; кору стволовую 8,7; ветви 10,5; хвою (листья) 7,4; корни 30,1 %. В условиях средней тайги запас фитомассы древесного яруса в 1,7 раза больше, чем в северной, и почти в 3 раза, чем в крайне северной. Масса растущих органов деревьев древостоя здесь равна 178,74 т/га, в том числе ели 95,0; березы 3,0; сосны 1,8; пихты 0,2 %. Масса стволовой древесины составляет 54,8; коры стволовой 6,9; ветвей 7,7; хвои (листья) 7,6; корней 23,0 % от общей фитомассы.

С изменением лесорастительных условий происходит существенная перестройка в морфоструктуре древостоев. По мере продвижения на север возрастает доля корней в общей фитомассе, снижается доля стволовой древесины и хвои (листьев) (рис. 2). Такая закономерность изменения в соотношении отдельных компонентов фитомассы в ельниках черничных различных зон отмечена ранее [2, 9].

Таблица 4

Масса фитодетрита, т абс. сухого вещества на 1 га

Подзона тайги	Ствол	Ветви	Корни	Всего
Крайне северная	0,91	2,81	2,06	5,78
Северная	3,40	2,72	2,29	8,41
Средняя	5,80	2,21	2,50	10,51

Фитодетрит в древостоях исследуемых ельников состоит из сухостоя, отмерших, но прикрепленных к стволу ветвей, корней. Общие его запасы достигают 6 ... 9 % от массы растущих органов. В ельнике чернично-сфагновом крайне северной тайги они составляют 9,7 %, северной 7,7, средней 5,8 %. Распределение их по компонентам приведено в табл. 4.

Известно, что продуктивность древостоев обусловлена такими экологическими факторами, как освещенность, тепло и увлажнение. В ельниках на севере таежной зоны растения не испытывают недостатка во влаге. Так, в период вегетации в еловых фитоценозах крайне северной подзоны тайги влажность воздуха превышает 70 % [9], северной и средней – более 60 % [4]. Условия освещенности вполне достаточны для развития растений. В крайне северной подзоне тайги под полог еловых древостоев проникает



Рис. 2. Распределение фитомассы древостоя в ельниках черничных по компонентам: 1 – корни, 2 – ствол, 3 – ветви, 4 – хвоя

60...70 % лучистой энергии [20], в северной – 20...40, средней 15...30 % [1, 4]. Количество же тепла, особенно в ельниках крайне северной тайги, явно недостаточно, что обусловлено коротким периодом вегетации. Биологически активная температура воздуха ($>10\text{ }^{\circ}\text{C}$) в крайне северной тайге держится 30...40 [9], северной 75...85, средней 80...100 дн. [4].

Исследуемые ельники чернично-сфагновые входят в динамический ряд заболачивания ельников черничных. Они развиваются на торфянисто-подзолисто-глееватых почвах с довольно мощной (17...20 см) торфянистой подстилкой. Фактором, определяющим структуру и накопление органической массы в этих типах сообществ, является гидротермический режим почв. Температура сезонно промерзающих, холодных почв обеспечивает активную жизнедеятельность корней в пределах верхней толщи мощностью до 50 см. Средняя продолжительность периода с температурой $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более, когда возможна активная жизнедеятельность корней растений, на глубине 20 см в торфянисто-подзолисто-глеевой почве ельника крайне северной тайги составляет 11 [9], северной 25 [2], средней 95 дн. [5]. Водный режим почв застойно-промывной. Во всех подзонах тайги в течение большей части вегетации они находятся в состоянии переувлажнения и периодического затопления [3, 6]. Суровые гидротермические условия почв, особенно в крайне северной и северной тайге, естественно ограничивают глубину проникновения корней, заставляя их концентрироваться в верхних горизонтах. Все это обуславливает напряженность минерального питания и сказывается на продуктивности фитоценозов, особенно в крайне северной тайге, где формируются низкопродуктивные разреженные еловые древостой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев, В.А.* Световой режим леса [Текст] / В.А. Алексеев. – Л.: Наука, 1975. – 225 с.
2. *Бобкова, К.С.* Биологическая продуктивность хвойных лесов Европейского Северо-Востока [Текст] / К.С. Бобкова. – Л.: Наука, 1987. – 156 с.
3. *Верхоланцева, Л.А.* Влияние почвенных условий на корневые системы древесных пород в еловых насаждениях подзоны северной тайги [Текст] / Л.А. Верхоланцева, К.С. Бобкова. – Сыктывкар, 1972. – 56 с. – (Сер. препр. науч. докл.; Вып. 6).
4. *Галенко, Э.П.* Фитоклимат и энергетические факторы продуктивности хвойного леса Европейского Севера [Текст] / Э.П. Галенко. – Л.: Наука, 1983. – 129 с.
5. *Галенко, Э.П.* Температурный режим почвы чернично-сфагнового ельника средней тайги [Текст] / Э.П. Галенко, К.С. Бобкова, С.П. Швецов // Лесн. журн. – 2008. – № 3. – С. 19–28. – (Изв. высш. учеб. заведений).
6. *Забоева, И.В.* Почвы и земельные ресурсы Коми АССР [Текст] / И.В. Забоева. – Сыктывкар, 1975. – 344 с.
7. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции [Текст] / К.С. Бобкова, Э.П. Галенко. – СПб.: Наука, 2006. – 337 с.
8. *Лавренко, Е.М.* Профиль продуктивности надземной части природного растительного покрова СССР от тундр к пустыням [Текст] / Е.М. Лавренко, В.Н. Андреев, В.Л. Леонтьев // Ботан. журн. – 1965. – № 3. – С. 415–419.
9. Лесорастительные условия и продуктивность предтундровых лесов

[Текст] / В.Г. Чертовской, Ф.П. Елизаров, Б.А. Семенов, В.С. Корняк. – Архангельск : Арханг. Ин-т леса и лесохимии, 1978. – 111 с.

10. Лесотаксационный справочник для Северо-Востока европейской части СССР [Текст] / Г.С. Войнов. – Архангельск, 1986. – 357 с.

11. *Мартыненко, В.А.* Темнохвойные леса [Текст] / В.А. Мартыненко // Леса Республики Коми / под ред. Г.М. Козубова, А.И. Таскаева. – М.: Дизайн. Информация. Картография, 1999. – С. 133–184.

12. *Мелехов, И.С.* Лесоведение и лесоводство [Текст] / И.С. Мелехов. – М., 1970. – 1967 с.

13. *Молчанов, А.А.* Методика изучения прироста древесных растений [Текст] / А.А. Молчанов, В.В. Смирнов. – М., 1967. – 95 с.

14. *Молчанов, А.А.* Продуктивность органической массы в лесах различных зон [Текст] / А.А. Молчанов. – М., 1971. – 275 с.

15. *Орлов, А.Я.* Метод определения массы корней деревьев в лесу и возможность учета годичного прироста органической массы в толще лесной почвы [Текст] / А.Я. Орлов // Лесоведение. – 1967. – № 1. – С. 64–69.

16. ОСТ 59-69-83. Пробные площади лесостроительные. Метод закладки [Текст]. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. – 60 с.

17. Продуктивность и круговорот элементов в фитоценозах Севера [Текст]. – Л.: Наука, 1976. – 130 с.

18. Растительность европейской части СССР [Текст] / под ред. С.А. Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. – Л., 1980. – 429 с.

19. *Родин, Л.Е.* Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара [Текст] / Л.Е. Родин, Н.И. Базилевич. – М.; Л.: Наука, 1965. – 253 с.

20. *Семенов, Б.А.* К характеристике экологических условий под пологом предтундровых лесов [Текст] / Б.А. Семенов, Н.И. Кубрак, В.Г. Чертовской // Экология таежных лесов. – Архангельск: Арханг. ин-т леса и лесохимии, 1978. – С. 11–26.

21. *Уткин, А.И.* Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) [Текст] / А.И. Уткин // Итоги науки и техники. Сер. «Лесоведение и лесоводство». – М.: ВИНТИ, 1975. – Т. 1. – С. 9–190.

22. *Юдин, Ю.П.* Темнохвойные леса [Текст] / Ю.П. Юдин // Производительные силы Коми АССР. Т.3, ч. 1. – М.; Л.: Наука, 1954. – С. 42–125.

Поступила 19.06.09

K.S. Bobkova, M.A. Kuznetsov, A.V. Manov, E.P. Galenko, V.V. Tuzhilkina
Institute of Biology, Komi Science Centre, Ural Branch of RAS

Tree Stand Phytomass of Bilberry-sphagnum Spruce Forests on Boggy Podzolic Soils of European Northeast

Stock and structure of stands phytomass of bilberry-sphagnum spruce forests on boggy podzolic soils of pre-tundra, boreal and middle taiga subzones are considered. The provided mass coupling equations of several tree components with stem diameter allow to determine phytomass stock based on forest management materials and stands inventory data.

Keywords: spruce forest, tree stand, phytomass.

УДК 630*233

О.А. Языков

Воронежская государственная лесотехническая академия

Языков Олег Алексеевич родился в 1984 г., окончил в 2006 г. Воронежскую государственную лесотехническую академию, аспирант кафедры лесомелиорации, почвоведения и озеленения ВГЛТА. Имеет 3 печатные работы в области рекультивации техногенно-нарушенных земель в Липецкой области.

E-mail: lesome1@ya.ru



ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены сведения о нарушенных землях Липецкой области, дана их краткая характеристика. На примере Лев-Толстовской песчаной выработки рассмотрены результаты лесной рекультивации техногенных ландшафтов.

Ключевые слова: полезные ископаемые, нарушенные земли, карьеры, рекультивация, Липецкая область.

Добыча полезных ископаемых открытым способом влечет за собой отчуждение огромных площадей, на месте которых образуются нарушенные ландшафты, оказывающие негативное влияние на значительные прилегающие территории. Эта проблема стоит очень остро в Центрально-Черноземном регионе (ЦЧР), в том числе в Липецкой области, где нарушаются значительные площади самых плодородных в России земель.

На 01.01.2006 г. в области числились 74 предприятия, в пользовании которых находилось 2234 га нарушенных земель, в том числе при разработке месторождений полезных ископаемых и их переработке – 1495, торфопереработках – 35, строительстве – 226 га. В 2005 г. было нарушено 46 га земель. Рекультивация же проведена только на площади 18 га, в том числе по видам пользования: пашня – 7, сельхозугодья – 1, насаждения – 10 га. В настоящее время в области числятся 56 карьеров, из них 24 законсервированы. Существуют отработанные карьеры, которые на данный момент ни за кем не закреплены.

Рассмотрим пример восстановления песчаной выработки, расположенной рядом с п. г. т. Лев-Толстой в одноименном районе Липецкой области. Она неглубокая, протяженность не более 10 м, со склонами до 8...10°, общая площадь 1,5 га. В 1995 г. рекультивацию объекта произвел Чаплыгинский лесхоз. На склонах южной (Ю), западной (З) и северной (С) экспозиций были посажены чистые культуры сосны обыкновенной, березы повислой и тополя бальзамического*.

Предварительная обработка почвы заключалась в нарезке борозд шириной 70 см и глубиной 8...12 см плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Механизированная посадка 2-летних сеянцев сосны, березы и черенков тополя осуществлялась сажалкой ССН-1 с трактором ДТ-75М, размещение 2,5×0,6 м. Общее число посадочных мест – 6,7 тыс. шт. на 1 га.

Для комплексной оценки состояния и роста древесных пород заложено 9 пробных площадей (по 3 на склонах каждой экспозиции). Их характеристика представлена в таблице. Материалы обработаны методом вариационной статистики, установлены средние величины, ошибки и точность опыта. Последний показатель, за исключением двух случаев, не превышает 5 %, что свидетельствует о высокой достоверности результатов.

По материалам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Состояние насаждений в целом удовлетворительное и частично хорошее. Сохранность культур составляет 31,5...84,0 %.

2. Лучшие биометрические показатели характерны для березы и тополя, они в 1,1–2,7 раза выше, чем у сосны; но у последней текущий прирост по высоте больше среднего в 1,4–2,6 раза. Все это свидетельствует о перспективности культур рассматриваемых пород.

3. Для культур лучшими являются склоны западной и северной экспозиций, где показатели в 1,1–2,6 раза больше, чем на южном.

Из данного примера следует, что лесная рекультивация нарушенных земель в Липецкой области является перспективным направлением восстановления техногенных ландшафтов.

Поступила 13.05.09

* Языков, О.А. Опыт облесения песчаной выработки в п. г. т. Лев-Толстой Липецкой области [Текст] / О.А. Языков // Современные проблемы экологии : докл. Всерос. науч.-техн. конф. Кн. 1 / под общ. ред. В.П. Мешалкина. – М.; Тула: Изд-во ТулГУ, 2006. – С. 76–78.

O.Ya. Yazykov

Voronezh State Academy of Forestry Engineering

Prospects of Disturbed Land Development in Lipetsk Region

The data on disturbed land development in the Lipetsk region are provided; their brief characteristic is given. The results of forest recultivation of anthropogenic landscapes are considered based on the example of the Leo- Tolstoy sand production.

Keywords: minerals, disturbed lands, sandpit, recultivation, the Lipetsk region.

Характеристика 10-летних культур на склонах разной экспозиции

Показатели	Сосна обыкновенная			Береза повислая			Тополь бальзамический		
	Ю	З	С	Ю	З	С	Ю	З	С
Густота, тыс. шт./га	2,1	4,0	5,4	2,3	4,7	5,6	2,6	4,5	5,5
Сохранность, %	31,5	60,0	81,0	34,5	70,5	84,0	39,0	67,5	82,5
Диаметр, см:									
минимальный	1,1	1,5	2,8	1,4	4,3	4,6	3,2	4,2	4,4
максимальный	5,4	8,6	7,3	7,4	8,8	8,0	8,6	8,2	8,0
средний	2,91±0,18	4,51±0,23	4,71±0,15	4,21±0,19	6,31±0,17	6,39±0,11	6,18±0,15	6,34±0,13	6,27±0,14
<i>P</i> , %	6,2	5,1	3,2	4,5	2,7	1,7	2,4	2,1	2,2
Средний прирост	0,29	0,45	0,47	0,42	0,63	0,64	0,62	0,63	0,63
Высота, м:									
минимальная	1,42	1,73	2,55	2,22	4,85	5,05	4,25	5,10	4,80
максимальная	3,80	6,00	5,75	7,30	7,37	7,75	8,35	7,55	7,50
средняя	2,28±0,07	3,77±0,17	4,00±0,11	4,51±0,18	6,30±0,12	6,88±0,08	6,23±0,10	6,08±0,08	6,37±0,09
<i>P</i> , %	3,1	4,5	2,8	4,0	1,9	1,2	1,6	1,3	1,4
Средний прирост	22,8	37,7	40,0	45,1	63,0	68,8	62,3	60,8	63,7
Текущий прирост в высоту, см:									
минимальный	30	35	42	30	40	50	35	54	56
максимальный	77	75	78	65	62	75	80	90	90
средний	59,1±1,4	53,4±1,3	60,4±1,3	45,0±1,0	51,1±0,8	64,1±0,8	55,3±1,1	63,4±1,2	67,1±1,0
<i>P</i> , %	2,4	2,4	2,2	2,2	1,6	1,3	1,9	1,8	1,5
Класс бонитета	III	II	I-II	I	Ia	Ia	I	I	I
Объем модели, дм ³	1,45	3,81	4,41	3,49	10,62	11,71	9,23	9,40	9,80
Запас, м ³ /га	3	15	24	8	50	66	24	42	54

УДК 582.284.5 : 502.72 (470.11)

О.Н. Ежов¹, Р.В. Ершов¹, И.В. Змитрович², А.В. Руоколайнен³

¹Институт экологических проблем Севера УрО РАН

²Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

³Институт леса Карельского НЦ РАН

Ежов Олег Николаевич родился в 1972 г., окончил в 1994 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института экологических проблем Севера УрО РАН. Имеет 70 печатных работ в области изучения лесопатологического состояния древостоев, биоиндикации загрязнения лесных экосистем, биоразнообразия грибных болезней и вредителей зеленых насаждений.

E-mail: eon_2006@mail.ru



Ершов Роман Викторович родился в 1982 г., окончил в 2004 г. Архангельский государственный технический университет, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института экологических проблем Севера УрО РАН. Имеет 30 печатных работ в области изучения биоразнообразия дереворазрушающих грибов, фауны лиственных древостоев.

E-mail: zfi.ecolog@mail.ru



Змитрович Иван Викторович родился в 1973 г., окончил в 1995 г. Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории систематики и географии грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. Имеет 130 печатных трудов в области изучения биоразнообразия, ценологии, биоморфологии и систематики высших базидиальных грибов.

E-mail: iv_zmitrovich@mail.ru



Руоколайнен Анна Владимировна родилась в 1975 г., окончила в 1997 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории лесной микологии и энтомологии Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет 46 печатных работ в области изучения дереворазрушающих грибов, старовозрастных лесов, биоиндикации.

E-mail: annaruo@krc.karelia.ru



К ИЗУЧЕНИЮ БИОТЫ АФИЛЛОФОРОВЫХ ГРИБОВ ПИНЕЖСКОГО ЗАПОВЕДНИКА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ*

Изучено видовое разнообразие афиллофоровых грибов на территории заповедника, которое составило 233 вида. Впервые для Архангельской области отмечено 19 видов. Выделены наиболее представленные рода, семейства и порядки, проведен трофический анализ. Сделан вывод о ценности лесных массивов заповедника.

* Исследования выполнены при частичной поддержке гранта РФФИ-Север (проект 08-04-98805-р_север_a).

Ключевые слова: заповедник, грибы, биоразнообразии, редкие и индикаторные виды.

В последние годы активизировались исследования биоты афиллофоровых грибов в Архангельской области. До настоящего момента наиболее изученной считалась территория Кожозерского природного парка – 176 видов [5]. В Пинежском заповеднике по последним данным было идентифицировано 165 видов [2], а в целом по области более 290. Ближайшими изученными в микологическом плане территориями являются Республики Карелия и Коми, где известно более 470 и 380 видов афиллофоровых грибов соответственно [1, 3]. В Карелии хорошо изучена микобиота заповедника «Кивач», где зарегистрировано 292 вида [4].

Значимым резервуаром биоразнообразия региона являются особо охраняемые природные территории, в первую очередь Пинежский заповедник. Образцы грибов собирали маршрутным методом в окрестностях Голубино, оз. Железное, Першковское, Сычево, Кумичево и Кривое, в Мосеевом логу и в урочище Филиповское. Собранный материал идентифицировали в лабораториях экологии популяций и сообществ Института экологических проблем Севера УрО РАН, систематики и географии грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, лесной микологии и энтомологии Института леса КарНЦ РАН. Образцы хранятся в гербариях институтов.

В результате исследований, проведенных в 2006–2008 гг., на территории Пинежского заповедника выявлено 233 вида афиллофоровых грибов, относящихся к 117 родам, 52 семействам, 29 порядкам базидиомицетов. По сравнению с данными предыдущего обследования [2] микобиота заповедника увеличилась на 68 видов. Впервые для Архангельской области указывается 19 видов: *Aleurodiscus lividocaeruleus* (P. Karst.) P.A. Lemke – на валежном стволе ели в ельнике; *Antrodia gossypium* (Speg.) Ryvarden – на валежных стволах лиственницы в смешанном древостое; *Antrodiella faginea* Vampola et Pouzar – на валежных стволах осины в осиновых древостоях; *A. pallasii* Renvall, Johannesson et Stenlid – на хвойном валежнике в смешанном древостое; *Byssocorticium pulchrum* (S. Lundell) M.P. Christ. – на осине в смешанном хвойно-лиственном древостое; *Byssomerulius corium* (Pers.) Parmasto – на валежном стволе осины в смешанном древостое; *Cantharellus cibarius* Fr. – на почве в различных типах леса; *Ceriporia excelsa* S. Lundell ex Parmasto – на березе в хвойно-лиственном разнотравном древостое; *Kavinia alboviridis* (Morgan) Gilb. et Buntington – на сильно разложившемся стволе осины в смешанном древостое; *Mycoacia uda* (Fr.) Donk – на валежных стволах осины в ельнике-черничнике; *Mucronella calva* (Alb. et Schwein.) Fr. – на валежных стволах сосны и ели в хвойных и смешанных древостоях; *Huiphodontia abieticola* (Bourdot et Galzin) J. Erikss. – на валежных сильно разрушенных стволах сосны в ненарушенных сосняках чернично-зеленомошных; *H. alutaria* (Burt) J. Erikss. – на валежных стволах сосны и ели в сосняке бруснично-зеленомошном и ельнике разнотравном; *H. efibulata* J. Erikss. et Hjortstam – на валежном стволе ели в старовозрастном

хвойно-лиственном древостое; *H. sambuci* (Pers.) J. Erikss. – на валежных стволах березы и осины в еловых, осиновых и смешанных хвойно-мелколиственных древостоях, а также в пойменных экотопах; *Phlebia livida* (Pers.) Bres. – на валежнике ели и осины в темнохвойных древостоях и сосняке-черничнике; *Sistotrema raduloides* (P. Karst.) Donk – на валежных стволах лиственницы в смешанных хвойно-мелколиственных древостоях; *Skeletocutis jelicii* Tortiĉ et A. David – на разложившихся валежных стволах лиственницы в старовозрастном смешанном елово-мелколиственном древостое (опр. В.А. Спирина), третья находка в России; *Trechispora farinacea* (Pers.) Liberta – на валежном стволе сосны в ельнике папоротниковом.

Ведущими по числу видов являются порядки *Hyphodermatales* – 50, *Fomitopsidales* – 36, *Hymenochaetales* – 27, *Schizophyllales* – 16, *Stereales* – 13, *Coriolales* – 12, *Phanerochaetales* – 11 видов. В остальные порядки входит по 10 и менее видов. Наибольшее число родов отмечено в семействах *Schizophyllaceae* – 9, *Phaeolaceae* – 8, *Coriolaceae* – 6, *Chaetoporellaceae* и *Atheliaceae* – по 5, *Fomitopsidaceae* – 4 рода. Половина всех семейств – одно- (23) и двуродовые (12). К наиболее крупным родам относятся *Phellinus* (16 видов), *Postia* (12), *Hyphodontia* (11), *Antrodia* (8), *Phlebia* и *Steccherinum* (по 6), *Antrodiella*, *Peniophora*, *Trametes* и *Skeletocutis* (по 5), *Ceriporiopsis*, *Fomitopsis*, *Phanerochaete* и *Trichaptum* (по 4 вида). Более половины родов содержат по одному виду. В целом биота заповедника характерна для таежной зоны Северо-Запада России, о чем свидетельствуют представленность ведущих порядков и высокая видовая насыщенность в типично бореальных родах *Antrodia*, *Phellinus*, *Phlebia*, *Postia*, *Skeletocutis* и некоторые другие.

Подавляющее большинство выявленных грибов (208 видов, или 89 %) – сапротрофы, заселяющие сухостойную и валежную древесину. Только 13 видов, широко известных как возбудители гнилей, были отмечены на живых деревьях (*Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst – на хвойных и лиственных породах, *Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk и *Onnia leporina* (Fr.) H. Jahn – на ели, *Phellinus igniarius* (L.) Quel. и *Ph. conchatus* (Pers.) Qell. – на иве, *Ph. pini* (Brot.) Bondartsev et Singer – на сосне, *Ph. populicola* Niemelä и *Ph. tremulae* (Bondartsev) Bondartsev et P.N. Borissov – на осине). На подстилке и почве растут 16 видов, три из них (*Antrodiella citrinella* Niemelä et Ryvardeen, *Skeletocutis carneogrisea* A. David, *Steccherinum pseudozilingianum* (Parmasto) Vesterh.) – на плодовых телах макромицетов и древесине, один (*Trechispora mollusca* (Pers.) Liberta) – только на плодовых телах.

Максимальное число видов зарегистрировано на основных лесообразующих породах: на ели – 96, сосне – 85, лиственнице – 53, березе – 71, осине – 105, иве – 54, ольхе – 49 видов. Всего на хвойных породах отмечено 128, на лиственных 137 видов.

На территории Пинежского заповедника обнаружено 33 индикаторных вида, в том числе 24 для старых и 9 для очень старых еловых и сосновых лесов [6]. Полученная сумма – 42 балла – свидетельствует о ценности лесов заповедника, а местонахождения индикаторных и редких видов (*Fomitopsis cajanderi* (P. Karst.) Kotl. et Pouzar, *Phellinidium sulphurascens* (Pilát) Y.C. Dai,

Steccherinum pseudozilingianum, *Skeletocutis jelicii* и др.) требуют введения особого режима охраны данной территории.

По результатам наших исследований Пинежский заповедник становится территорией Архангельской области, наиболее изученной в микологическом плане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бондарцева, М.А.* Исследования по биоте афиллофороидных грибов в таежных экосистемах Северо-Запада России [Текст] / М.А. Бондарцева, В.М. Коткова // Лесобиологические исследования на северо-западе таежной зоны России: итоги и перспективы: материалы науч. конф., посвящ. 50-летию Ин-та леса КарНЦ РАН (3–5 окт. 2007 г.). – Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2007. – С. 30–41.

2. *Ежов, О.Н.* Афиллофороидные грибы Пинежского заповедника [Текст] / О.Н. Ежов, Р.В. Ершов // Компоненты экосистем и биоразнообразие карстовых территорий Европейского Севера России (на примере Пинежского заповедника). – Архангельск: Солти, 2009. – С. 181–201.

3. *Косолапов, Д.А.* Афиллофороидные макромицеты подзоны средней тайги Республики Коми [Текст]: дис. ... канд. биол. наук / Д.А. Косолапов, Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2004. – 284 с.

4. *Коткова, В.М.* Афиллофоровые грибы заповедника «Кивач» [Текст] / В.М. Коткова, В.И. Крутов, А.В. Руоколайнен // Природа государственного заповедника «Кивач»: тр. КарНЦ РАН. – Петрозаводск, 2006. – Вып. 10. – С. 40–51.

5. *Руоколайнен, А.В.* К изучению биоты афиллофороидных грибов Кожозерского природного парка (Архангельская область) [Текст] / А.В. Руоколайнен // Современная микология в России: материалы 2-го съезда микологии России. – М.: Нац. акад. микологии, 2008. – Т. 2. – С. 85.

6. *Kotiranta, H.* Uhanalaiset käävät Suomessa. Tonien, uudistettu painos [Text] / H. Kotiranta, T. Niemelä. – Helsinki: S. Y. E., 1996. – 184 p.

Поступила 25.02.09

O.N. Ezhov¹, R.V. Ershov¹, I.V. Zmitrovich², A.V. Ruokolainen³

¹ Institute of Ecological Problems of the North, Ural Branch of RAS

² Komarov Botanical Institute of RAS

³ Forest Research Institute of Karelian Research Centre of RAS

To Study of Aphyllophorales Fungi Biota of Pinega Reserve in Arkhangelsk Region

³ Species diversity of aphyllophorales fungi is studied in the reserve territory making 233 species. 19 species are marked for the Arkhangelsk Region for the first time. The most represented kins, families and orders are mapped, the trophic analysis is carried out. The conclusion on importance of reserve woodland is drawn.

Keywords: reserve, fungi, biodiversity, rare and indicator fungi.

УДК 630*232.32:674.031.734.3 (470.343)

Н.А. Разумников, О.М. Конохова

Марийский государственный технический университет

Разумников Николай Александрович родился в 1963 г., окончил в 1989 г. Марийский политехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Марийского государственного технического университета. Имеет более 50 публикаций в области интродукции растений.

E-mail: kls@marstu.net



Конохова Ольга Михайловна родилась в 1978 г., окончила в 2001 г. Марийский государственный университет, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Марийского государственного технического университета. Имеет около 20 печатных работ в области интродукции растений.

E-mail: konyhova OI@rambler.ru



ПОВЫШЕНИЕ ГРУНТОВОЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН И КАЧЕСТВА СЕЯНЦЕВ ГРУШИ УССУРИЙСКОЙ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Изучена грунтовая всхожесть семян местной репродукции и рост 1–3-летних сеянцев груши уссурийской в условиях Республики Марий Эл. Установлены оптимальные нормы высева семян и внесения удобрений.

Ключевые слова: груша уссурийская, жизнеспособность семян, норма высева, грунтовая всхожесть, сеянцы, рост.

Высокая зимостойкость и сохранение габитуса интродуцированных культур груши уссурийской в природных условиях Среднего Поволжья, их декоративность и нектаропродуктивность, пищевая и лекарственная ценность плодов, совместимость с некоторыми районированными и перспективными для Волго-Вятского региона сортами определяют целесообразность производства посадочного материала данного вида [7]. Учитывая, что в условиях Республики Марий Эл семена груши уссурийской местной репродукции несколько мельче норматива и характеризуются посевными качествами ниже III класса [6, 7], требовалось уточнить элементы агротехники ее выращивания.

Цель нашей работы – определить оптимальную норму высева семян и внесения удобрений при выращивании сеянцев груши уссурийской в условиях интродукции. Объектами исследований служили семена урожая 2003–2005 гг. из Ботанического сада МарГТУ и дендрария Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника Республики Татарстан (ВКГПБЗ РТ).

Для определения оптимальной нормы высева семян и ее влияния на рост сеянцев были использованы два варианта: в первом 4 г/м (в среднем 100 семян на 1 м строки), во втором 6 г/м (аналогично норме высева семян

I класса, установленной для лесной зоны Дальнего Востока [4]). Семена высеивали в I декаде мая после стратификации в песке в течение 3 мес при температуре 0...6 °С и свежесобранными в конце I – начале II декады октября в грядки шириной 1 м с заделкой на глубину 2...3 см в дерново-подзолистую среднесуглинистую окультуренную почву. Грунтовую всхожесть находили как соотношение числа всходов и высеянных семян. Влияние удобрений на рост сеянцев после их внесения в базовом варианте (6 г/м) в I декаде июня изучали в конце вегетации.

В интродукционном питомнике Ботанического сада МарГТУ пахотный слой почвы (0...25 см) под 1-летними растениями имел следующие характеристики: среднее содержание гигроскопической влаги 1,38 %, плотность сложения 1,17 г/см³, рН_{сол} 7,0, средняя обеспеченность гумусом (3,2 %), низкая – подвижным фосфором (3,5 мг на 100 г), высокая – обменным калием (19,3 мг на 100 г) [2].

Семена, высеянные в осенний период, в 2004 г. дали всходы 20 апреля, в 2005 г. – 18 апреля, в 2006 г. – 26 апреля. В 2004 и 2005 гг. всходы в весенних посевах появлялись через 7...8, в 2006 г. – через 14 дн., что на 30...35 дн. позже, чем при осеннем посеве. Всходы отмечены при температуре слоя почвы 0...10 см, равной 7...10 °С.

Стратификация семян при температуре 0...6 °С в течение 3 мес перед весенним посевом позволила повысить грунтовую всхожесть в среднем в 1,2 раза (табл. 1). Ранее было отмечено, что семена груши уссурийской урожая 2002 г., хранившиеся в течение года, после стратификации имели грунтовую всхожесть 52,8±2,1 %, что в 1,6 раза выше показателя в варианте

Таблица 1

Грунтовая всхожесть семян груши уссурийской

Происхождение семян	Грунтовая всхожесть, %, по годам наблюдений, периодам высева (числитель) и коэффициент вариации (знаменатель)					
	2003, осень	2004		2005		2006, весна
		Весна	Осень	Весна	Осень	
Ботанический сад МарГТУ	<u>44,5±6,5</u> 5,7	<u>48,0±6,1</u> 5,1	<u>40,0±4,0</u> 5,0	<u>43,3±4,6</u> 4,9	<u>39,3±1,9</u> 12,8	<u>43,6±2,3</u> 14,1
Дендрарий ВКГПБЗ РТ	<u>33,0±3,0</u> 5,2	<u>56,3±7,3</u> 4,8	<u>38,6±7,2</u> 6,9	<u>49,3±9,2</u> 6,1	<u>36,8±2,0</u> 14,7	<u>41,4±2,2</u> 14,3

с подзимним посевом [1]. Жизнеспособность семян урожая 2005 г. неочищенной фракции составляла $45,0 \pm 2,0$ % ($V = 6,4$ %), что отражало наличие части полнозернистых семян в плодах [3]. Таким образом, небольшие показатели грунтовой всхожести и жизнеспособности обусловлены значительной долей щуплых и недозрелых семян, формирующихся в условиях интродукции. Поэтому семена целесообразно сортировать методом водной флотации, используя для посева утонувшую фракцию.

Средняя высота 1-летних сеянцев при норме высева 4 г/м составила 14,6...27,1 см, что на 4...32 % больше значений в варианте с завышенной нормой (табл. 2). Сеянцы в осенних посевах, за исключением 2003 г. в варианте с семенами репродукции Ботанического сада, оказались достоверно выше аналогичных весеннего посева ($t_d > 3$). Это обусловлено значительной разницей в длительности роста появившихся всходов. Средний диаметр стволика 1-летних сеянцев составил 0,3...0,4 см, лишь в 2005 г. при норме высева 4 г/м толщина стволика меньше (0,2 см). Большая изменчивость 1-летних сеянцев позволяет использовать отдельные растения в качестве подвоя в первый год выращивания.

В условиях интродукции 1-летние сеянцы характеризуются хорошим ростом и соответствуют требованиям ОСТ 56-98-93 [5]. Этим документом для 1–2-летних сеянцев груши уссурийской, выращиваемых в условиях Дальнего Востока, установлены следующие размеры надземной части: толщина стволика не менее 3 мм, высота не менее 15 см.

Различия показателей роста в высоту сохранялись у 2-летних сеянцев (см. табл. 2). Большая площадь питания способствовала лучшему росту сеянцев при норме высева семян 4 г/м, где высота стволика в 1,1–1,3 раза выше показателя при высеве 6 г/м. В целом отмечается большая изменчивость растений по росту в высоту, причем в осенних посевах значения оказались выше в 1,2–1,9 раза.

Высота 3-летних растений колебалась в пределах 73,5...165,0 см и в среднем составляла 97,1 см (табл. 3).

Подкормка удобрениями обеспечила лучший рост 1-летних сеянцев в высоту (превышение к контролю 50...90 %) и по диаметру у корневой шейки стволика (45...60 %). Максимальными показателями роста отличались сеянцы в вариантах с внесением $N_{50}P_{50}K_{50}$ и препарата «Кемира-люкс» ($N_{16}P_{20,6}K_{27,1}$ и микроэлементы В – 0,02 %, Cu – 0,01 %, Fe – 0,1 %, Zn – 0,01 %, Mg – 0,1 %, Mo – 0,002 %) (табл. 4).

Таблица 3

Показатели роста 1–3-летних сеянцев груши уссурийской

Показатели	$x_{cp} \pm m_x$	V, %	P, %
Средняя высота растений, см	97,1±3,80	15,5	3,9
Текущий прирост, см:			
стволика сеянцев:			
1-летних	19,2±0,97	28,1	5,1
2-летних	44,1±1,70	21,6	3,8
3-летних	42,4±2,46	32,3	5,8
ветвей:			
2005 г.	12,4±0,62	55,6	5,0
2006 г.	15,5±0,75	61,9	4,8

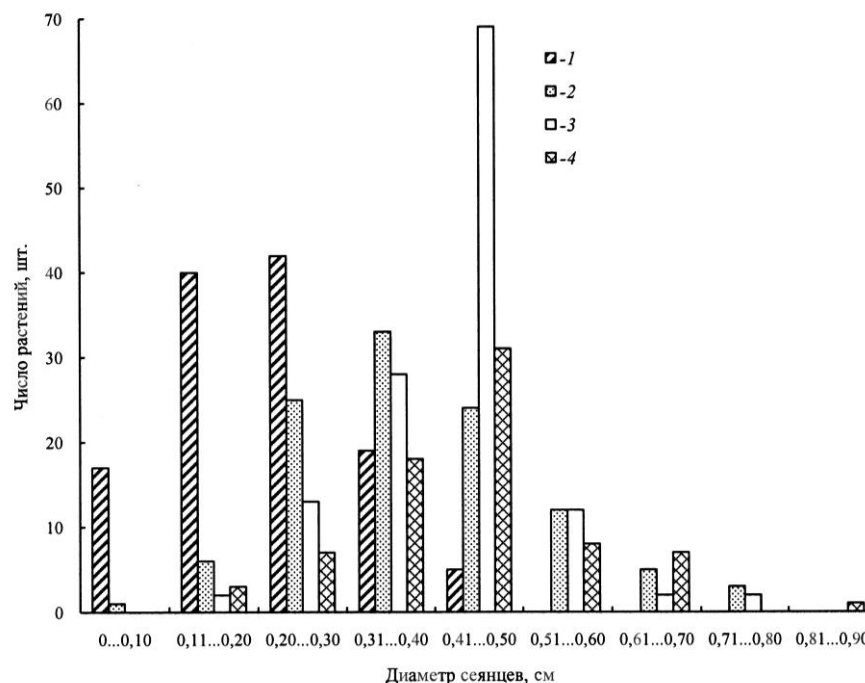
Таблица 4

Рост 1-летних сеянцев груши уссурийской при внесении минеральных удобрений

Вариант опыта	Высота сеянцев, см				Диаметр стволика, см			
	$x_{cp} \pm m_x$	V, %	P, %	t_d	$x_{cp} \pm m_x$	V, %	P, %	t_d
Контроль	16,0±0,54	37,3	3,4	–	0,30±0,01	39,2	3,3	–
Кемира-люкс	28,4±1,64	50,0	5,8	7,2	0,50±0,01	26,0	2,0	15,0
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	30,2±0,90	33,8	3,0	13,5	0,50±0,01	21,3	2,0	16,5
N ₅₀ P ₅₀	26,2±1,22	48,6	4,6	8,8	0,40±0,01	32,4	2,5	10,7

Эффективное воздействие полных удобрений на диаметр стволика показывает наименьшая их изменчивость, в 1,5–1,8 раза ниже контроля. Более полно значительное варьирование диаметра 1-летних сеянцев в связи с использованием различных видов минеральных удобрений представлено на рисунке.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа показали, что доля влияния подкормки минеральными удобрениями на рост сеянцев в высоту и по диаметру составила соответственно 27,2 и 50,0 %. В целом на дерново-подзолистой окультуренной среднесуглинистой почве разовая подкормка удобрениями позволяет вырастить качественные 1-летние сеянцы груши уссурийской, пригодные для использования в качестве подвоя либо в иных целях.



Распределение 1-летних сеянцев по диаметру в зависимости от используемых минеральных удобрений: 1 – контроль; 2 – N₅₀P₅₀; 3 – N₅₀P₅₀K₅₀; 4 –кемира-люкс

Выводы

Проведенные исследования позволили уточнить грунтовую всхожесть, выявить влияние нормы высева семян местной репродукции, вида минеральных удобрений и нормы их внесения на биометрические показатели сеянцев груши уссурийской, выращиваемых на дерново-подзолистой окультуренной среднесуглинистой почве.

Получение качественного посадочного материала в условиях интродукции во многом зависит от учета особенностей биологии груши уссурийской, плодородия почвы и соблюдения агротехники выращивания. При определении нормы высева семян следует учитывать их посевные качества и целевое назначение сеянцев. Уточненные агротехнические приемы, рекомендуемые при выращивании сеянцев груши уссурийской в сходных климатических и почвенно-эдафических условиях Среднего Поволжья, позволят увеличить выход и будут способствовать удовлетворению растущего спроса на качественный посадочный материал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конюхова, О.М. Влияние сроков посева на рост и развитие однолетних сеянцев груши уссурийской в условиях Ботанического сада МарГТУ [Текст] / О.М.

Конюхова, Н.А. Разумников // Кадровое и научное сопровождение устойчивого управления лесами: состояние и перспективы: тез. докл. Междунар. конф. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – С. 72–74.

2. Конюхова, О.М. Почвенные условия выращивания и их влияние на рост сеянцев груши уссурийской в Ботаническом саду МарГТУ [Текст]/ О.М. Конюхова, Н.А. Разумников // Современные проблемы почвоведения и экологии: сб. статей. – Ч.1. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – С. 170–173.

3. Конюхова, О.М. Биологические основы рационального использования груши уссурийской (*Pyrus ussuriensis* Maxim.) при ее интродукции в Среднее Поволжье [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол.наук. – Йошкар-Ола, 2007. – 24 с.

4. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках РСФСР. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 176 с.

5. ОСТ 56-98–93. Отраслевой стандарт. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия [Текст]. – 39 с.

6. Разумников, Н.А. Посевные качества семян и рост сеянцев груши уссурийской в условиях Республики Марий Эл [Текст] / Н.А. Разумников, О.М. Конюхова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы VI Междунар. науч. конф., Красноярск, 22–24 окт. 2003 г. – Красноярск: СибГТУ, 2003. – С. 69–70.

7. Разумников, Н.А. Груша уссурийская в Среднем Поволжье [Текст]/ Н.А. Разумников, О.М. Конюхова, М.И. Рябинин // Лесн. журн. – 2007. – № 2. – С. 28–33. – (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 02.10.08

N.A. Razumnikov, O.M. Konyukhova
Mari State Technical University

Increase of Ground Seed Germination and Seedlings Quality of Ussurian Pear in Republic of Mari El

The ground seed germination of local reproduction and growth of 1-3-year seedlings of Ussurian pear in the conditions of the Mari El Republic are studied . The optimal norms of seed sowing and fertilizer application are set.

Keywords: Ussurian pear, seed viability, norm of sowing, ground germination, seedlings, growth.

УДК 630*272

А.М. Пятых, Е.И. Гурьева

Воронежская государственная лесотехническая академия

Пятых Андрей Михайлович родился в 1964 г., окончил в 1989 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет 30 печатных работ в области озеленения населенных мест.

E-mail: kruglyak_v1@mail.ru



Гурьева Елена Ивановна родилась в 1982 г., окончила в 2003 г. Воронежскую государственную лесотехническую академию, ассистент кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства ВГЛТА. Имеет 22 печатные работы в области озеленения населенных мест.

E-mail: kruglyak_v1@mail.ru



ФОРМОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД В ОЗЕЛЕНЕНИИ САНАТОРИЕВ И ДОМОВ ОТДЫХА

Рассмотрены группы факторов воздействия деревьев и кустарников на организм человека. Определены приемы использования садово-парковых композиций в лечебно-оздоровительных целях.

Ключевые слова: парк, санаторий, декоративные растения, лечебное воздействие.

Парки санаториев являются частью единой системы оздоровления отдыхающих и предназначены для ландшафтотерапии с целевой установкой на специализированное санаторное лечение. Поэтому в формировании парков основную роль должны играть санитарно-гигиенические, медицинские факторы и требования.

Система планировки парков при санаториях Воронежской области является комбинированной, т. е. регулярной и ландшафтной. Она определяется

Общая характеристика древесных насаждений в санаториях

Санаторий	Общая площадь, га	Площадь лесного массива, га	Преобладающая порода и ее процент	
			Лиственные	Хвойные
Им. М. Горького	18,0	2,5	Береза, 17,5	Туя, 23,7
Им. Ф.Э. Дзержинского	17,4	5,5	Дуб, 31,5	Ель, 7,6
«Углянец»	33,5	16,3	Клен, 40,4	Сосна, 3,7
Им. А.Д. Цюрупы	49,6	28,0	Вяз, 27,6	« 6,5
«Петровский»	18,0	12,0	Дуб, 52,9	Ель, 3,5

рельефом, наличием существующих насаждений (см. таблицу), другими условиями. При создании лечебно-оздоровительных парков должно быть уч-

тено все разнообразие сивлвотерапевтических факторов, определяемое формой, компактностью, очертанием, структурой, колоритом листьев, цветов и плодов деревьев и кустарников. Факторы воздействия можно разделить на две основные группы: стимулирующие (активизирующие) и успокаивающие [3]. К первой группе относятся раздражающие, сильно активизирующие и возбуждающие, умеренно активизирующие; ко второй – щадящие, умеренно успокаивающие и тормозящие, сильно успокаивающие.

Деревья – важные структурообразующие элементы в санаторном парке благодаря своим крупным размерам; обладают множеством декоративных качеств. Встречаются растения с богатой окраской листьев, эффектными цветками, оригинальными плодами. Существует множество форм крон: шаровидная, пирамидальная, плакучая, шатровидная и т. д. Очень интересная и богатая группа декоративных растений – хвойные деревья и кустарники, которые оживляют унылый зимний пейзаж. Среди них есть карлики высотой не более 1 м и могучие деревья. Древесные группы из хвойных более строгие по силуэту, монолитные.

Приемы использования садово-парковых композиций для воздействия на организм в санатории: 1) усиление циркуляции крови и улучшение обмена веществ – боскет из сосны обыкновенной, черной, веймутовой; воздух в нем, особенно во время летней жары, сильно насыщен эфирными выделениями, что действует как полезный раздражитель органов дыхания (человек дышит глубже, чем обычно); 2) ежедневные прогулки и тренировка сердечной деятельности – аллея с уклоном до 5 ‰; с одной стороны она обсажена деревьями и кустарниками (липа мелколистная или клен остролистный и бересклет европейский или калина-гордовина, которые создают здесь тень и уют), с другой открывается вид на пространство поляны; 3) медленные, ритмично размеренные прогулки и отдых на уединенных скамьях и креслах (торможение, ведущее к восстановлению сил) – аллея из широко-распростертых зонтикообразных форм деревьев (дуб черешчатый горизонтальный, лещина обыкновенная как подрост, создающие уютный коридор); 4) устранение нервного напряжения – массив из деревьев и кустарников (клен-явор, каштан конский, слива, черемуха и бирючина обыкновенная), который имеет общий мягкий темно-зеленый тон листвы, рассеивающий резкость прямого освещения, играет щадящую роль по отношению к утомленным глазам; 5) отдых, способствующий торможению реакций нервной системы на внешние раздражители – скамья, густо обсаженная деревьями и кустарниками (клен остролистный, чубушник обыкновенный).

В качестве сивлвотерапевтических композиций могут применяться: 1) массив деревьев и кустарников из островершинных хвойных пород (ель обыкновенная, можжевельник обыкновенный), которые создают беспокойные очертания и действуют как полезный раздражитель зрительного восприятия, способствуя подъему настроения; 2) группа хвойных колонновидных деревьев (кипарис вечнозеленый, туя западная), оживляющих впечатление, скрашивающих однообразие, стимулирующих; 3) боскет деревьев и кустарников (клен полевой и жимолость душистая или ясень пенсильван-

ский и бузина черная), имеющий мягкие округлые формы, сглаживающие напряженное внимание [1].

Кроме отдельных деревьев, интересны также группы деревьев и кустарников, боскеты и массивы, используемые в качестве растительных доминант в ландшафте. В основу физиономического принципа подбора деревьев и кустарников, главной задачей которого является показ наиболее характерных черт строения каждого растения в композиции, положено гармоничное сочетание внешнего облика, формы, текстуры и цвета растений, их сочетания [2].

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Оценка декоративности деревьев и кустарников во многом определяется тем, как они выглядят в конкретном окружении в композиции парка, сада, лесопарка и т. п. Все разнообразие используемых форм крон деревьев можно свести к правильным геометрическим (коническая, колонновидная, овальная, шарообразная) и свободно формирующимся (широко-, узко-, зонтиковидно- и плакуче-раскидистые).

2. Ландшафт парка при активном использовании для оздоровительных целей может оказывать значительное положительное воздействие на организм человека, поэтому лечебно-оздоровительный парк – своеобразная лечебница, дополнение к комплексу мер, которые осуществляются в санатории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ван дер Неер*. Все о самых популярных хвойных растениях [Текст] / Ван дер Неер. – СПб.: ООО «СЗКЭО «Кристалл», 2006. – 208 с.
2. *Плотникова, Л.С.* Декоративные деревья и кустарники [Текст]: ил. определитель / Л.С. Плотникова. – М.: БММ АО, 2005. – 152 с.
3. *Рубцов, Л.И.* Деревья и кустарники в ландшафтной архитектуре [Текст]: справочник / Л.И. Рубцов. – Киев: Наука, 1974. – 272 с.

Поступила 10.06.08

A.M. Pyatykh, E.I. Gurjeva
Voronezh State Academy of Forestry Engineering

Form Diversity of Decorative Wood and Shrub Species in Greening of Sanatoria and Rest Homes

The groups of trees' and shrubs' effect factorson the human organism are considered. The ways of using horticulture compositions for therapeutic-health-improving aims are determined.

Keywords: park, sanatorium, ornamental plants. therapeutic effect, .

Р.А. Степень, О.А. Есякова

Сибирский государственный технологический университет

Степень Роберт Александрович родился в 1936 г., окончил в 1959 г. Сибирский технологический институт, доктор биологических наук, профессор кафедры промышленной экологии, процессов и аппаратов химических производств Сибирского государственного технологического университета, академик РАЕН. Имеет более 200 печатных работ в области экологии.

Тел.: (391) 249-44-75



Есякова Ольга Александровна родилась в 1983 г., окончила в 2006 г. Сибирский государственный технологический университет, аспирант кафедры промышленной экологии, процессов и аппаратов химических производств СибГТУ. Имеет 17 печатных работ в области биоиндикации загрязнения атмосферного воздуха городов.

E-mail: Olga-LA83@mail.ru



ВЛИЯНИЕ АЭРОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПИГМЕНТНУЮ СИСТЕМУ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ЕЛИ СИБИРСКОЙ*

Исследованы изменения структуры пигментов хвои ели сибирской, произрастающей под воздействием различного по интенсивности загрязнения атмосферы г. Красноярска.

Ключевые слова: ель сибирская, ассимиляционный аппарат, пигментная система.

Древесные растения городских районов находятся в угнетенном состоянии в связи с воздействием на них многих загрязнителей, выбрасываемых стационарными и подвижными объектами. Особенно чувствительны к ним хвойные деревья, в том числе ель сибирская, широко применяемая для озеленения территории г. Красноярска.

Цель нашего исследования – изучить состояние пигментной системы ели сибирской, произрастающей в зонах различного аэрогенного загрязнения. Полученные результаты могут быть полезны при решении вопроса о целесообразности использования этой породы в озеленении конкретных районов города.

* Работа выполнена при поддержке ККФН (грант 18G122).

Таблица 1

**Влияние аэрогенного загрязнения на содержание пигментов
(мкг/г абс. сухой массы) и их соотношение в хвое ели сибирской**

Пигмент	Возраст хвои, год	Фоновый уча- сток		Среднезагряз- ненный участок		Сильнозагряз- ненный участок	
		Значе- ние	%	Значение	%	Значение	%
Хлорофилл <i>a</i>	1-й	1165 ± 19	100	1073 ± 13	100	987 ± 15	100
	2-й	912 ± 15	78	801 ± 16	75	654 ± 11	66
	3-й	795 ± 18	68	672 ± 12	63	503 ± 14	51
Хлорофилл <i>b</i>	Среднее	957	100	849	89	715	75
	1-й	560 ± 13	100	519 ± 14	100	412 ± 10	100
	2-й	392 ± 11	70	324 ± 12	64	235 ± 8	57
	3-й	243 ± 15	43	247 ± 8	49	157 ± 9	31
<i>a/b</i>	Среднее	398	100	363	90	268	65
	1-й	2,1	–	2,1	–	2,4	–
	2-й	2,3	–	2,5	–	2,8	–
	3-й	2,3	–	2,7	–	3,2	–
Каротиноиды	1-й	296 ± 12	100	273 ± 13	100	263 ± 10	100
	2-й	352 ± 9	119	310 ± 8	114	295 ± 8	112
	3-й	414 ± 11	140	384 ± 9	141	358 ± 11	136
<i>(a+b)/</i> каротиноиды	Среднее	354	120	322	118	305	116
	1-й	5,8	–	5,8	–	5,3	–
	2-й	3,7	–	3,6	–	3,0	–
	3-й	2,5	–	2,4	–	2,2	–

Пигментный состав считается одним из наиболее информативных показателей, характеризующих состояние фотосинтетического аппарата хвойных растений. С учетом этого при комплексных исследованиях особое значение уделяли изучению пигментной системы хвои ели сибирской. В ассимиляционном аппарате деревьев на участках с различной антропогенной нагрузкой стандартными методами определяли содержание хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов, рассматривали отношение этих хлорофиллов и их суммы к каротиноидам. В качестве базовых взяты участки ели близкого возраста, произрастающей в условиях сильного (вблизи ТЭЦ-1), среднего (Центральный парк) и фонового (массив в 30 км к западу от Красноярска) загрязнения воздушной среды. Для проверки выявленной закономерности дополнительно анализировали хвою ели 1-го, 2-го и 3-го года на 15 участках г. Красноярска (табл. 1).

Согласно полученным данным, фотосинтетический аппарат ели отвечает на аэрогенное загрязнение среды снижением вклада как зеленых, так и желтых пигментов. Оно нарастает с увеличением интенсивности эмиссии. Если при среднем уровне загрязнения потери хлорофилла *a* оцениваются в 3 %, то при высоком – в 10 %. Изменения хлорофилла *b* и каротиноидов менее значительны. Такое развитие процесса обосновано теоретически.

Реакционноспособные примеси воздуха вызывают деструкцию как порфириновых систем хлорофиллов, так и конъюгированных связей хромофоров каротиноидов. Известно, что под воздействием поллютантов, особенно оксидов серы и азота, замедляется биосинтез пигментов [1, 3]. Присутствие их водных растворов в ассимиляционном аппарате способствует замещению атомов магния в порфириновом цикле хлорофиллов на атомы водорода, т. е. фиофитизации. Выделяющийся при разрушении и привносимый с загрязненным воздухом магний и фермент ацетил-Ко-синтетаза катализируют образование ацетил-КоА, который является предшественником мевалоновой кислоты [4]. Ее наличие рассматривается как свидетельство процессов, протекающих внутри организма в терпеноидном направлении. Отщепление от хлорофилла фитола, относящегося к дитерпеноидам, также повышает вклад эфирного масла. Нарастание его выхода при слабом и среднем загрязнении воздушной среды установлено экспериментально [2]. Указывается и увеличение вклада дитерпеноидов в ассимиляционном аппарате древесных растений, подвергающихся промышленной эмиссии [5].

До настоящего времени остается достаточно спорным вопрос о том, за счет распада преимущественно какого из хлорофиллов происходят их потери при воздействии промышленных эмиссантов. Наши результаты свидетельствуют о большей устойчивости к загрязнению хлорофилла *a*. При всех изученных режимах потери хлорофилла *b* были на 10...15 % выше, чем хлорофилла *a*. Это объясняется, по-видимому, большей стабильностью метильной группы (в положении 3 второго пиррольного кольца) по сравнению с формильной. Такое представление оправдано с энергетической позиции.

Онтогенетическое развитие также обуславливает снижение вклада хлорофиллов, которое существенно нарастает с увеличением загрязнения. В хвое 3-го года фонового участка ельника содержится 68 % хлорофилла *a* и 43 % хлорофилла *b* от его запасов в хвое 1-го года, в то время как в сильнозагрязненном насаждении их вклад снижается соответственно до 51 и 31 %. При этом в ассимиляционном аппарате увеличивается соотношение хлорофиллов (*a/b*).

Изменчивость запасов каротиноидов иная. Их содержание в хвое 3-го года практически во всех вариантах на 20 % выше по сравнению с хвоей 1-го года. Отношение хлорофиллов к каротиноидам снижается с увеличением как интенсивности загрязнения, так и возраста хвои с существенным превышением в онтогенезе.

Различные значения показателей пигментной системы хвои сравниваемых участков указывают на возможность количественной оценки дифференциации состояния деревьев в зависимости от интенсивности аэрогенного воздействия. При этом для снижения влияния индивидуальной изменчивости, по-видимому, целесообразнее оперировать не содержанием хлорофиллов и каротиноидов (κ), а их соотношением (a/b и $(a+b)/\kappa$). При проведении данной серии опытов на территории г. Красноярска выбрано по 6 участков ели сибирской, произрастающих в условиях слабой, средней и интенсивной загрязненности воздушной среды. Рассчитанные показатели отношения содержания хлорофиллов *a* и *b* и их суммы к каротиноидам $(a+b)/\kappa$ в хвое ели разного возраста представлены в табл. 2.

Приведенные данные достаточно отчетливо характеризуют интенсивность загрязнения территории и, следовательно, потенциальную устойчивость насаждений. Значение a/b возрастает, а $(a+b)/k$ убывает по мере усиления нагрузки. Такая же закономерность отмечается по годам жизни. Показатели хвои первого года больше (меньше) второго, а второго – больше (меньше) третьего. При этом изменение соотношения показателей пигментной системы по годам хвои (a/b 1:1,16:1,28 и $(a+b)/k$ 1:0,61:0,41) существеннее, чем по зонам загрязнения (a/b 1:1,07:1,23 и $(a+b)/k$ 1:0,96:0,85).

При решении вопроса о размещении саженцев целесообразно руководствоваться результатами анализа хвои 2-го года жизни, что основано на сравнении коэффициентов варьирования. При использовании этих данных соотношение хлорофиллов минимально, их суммы к каротиноидам – близко к нему, следовательно, расхождение в структуре пигментной системы также весьма незначительно. По-видимому, это правомерно и исходя из процесса развития ассимиляционного аппарата. В течение 1-го года он адаптируется к местным условиям, 2-го – его состояние стабилизируется и 3-го – в загрязненной среде начинается деградация.

Таким образом, результаты исследований позволяют оценить состояние аэрогенного загрязнения окружающей среды по структуре пигментной системы. При решении этого вопроса целесообразнее использовать результаты анализа хвои 2-го года жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Барахтенова, Л.А.* Влияние сернистого газа на фотосинтез растений [Текст] / Л.А. Барахтенова, В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1988. – 86 с.
2. *Есякова, О.А.* Индикация загрязнения атмосферы Красноярска по морфометрическим и химическим показателям хвои ели сибирской [Текст] / О.А. Есякова, Р.А. Степень // Химия растит. сырья. – 2008. – № 1. – С. 143–148.
3. *Николаевский, В.С.* Влияние промышленных газов на растительность [Текст] / В.С. Николаевский // Региональный экологический мониторинг. – М.: Наука, 1989. – 165 с.
4. *Репях, С.М.* Биохимия терпеноидов [Текст] / С.М. Репях, Р.А. Степень. – Красноярск: КГТА, 1996. – 139 с.
5. *Фуксман, И.Л.* Физиолого-биохимическая индикация состояния сосны обыкновенной в связи с воздействием промышленных поллютантов [Текст] / И.Л. Фуксман // Экология. – 1997. – № 3. – С. 213–217.

Поступила 02.10.08

R.A. Stepen, O.A. Esyakova
Siberian State Technological University

Aerogenous Pollution Effect on Pigment System of Siberian Spruce Assimilation Apparatus

Pigment structure change is investigated for Siberian spruce needles effected by air pollution of different intensity in Krasnoyarsk.

Keywords: Siberian spruce, assimilation apparatus, pigment system.

УДК 630*232.311.3:582.474.4

О.В. Шейкина, Э.П. Лебедева

Марийский государственный технический университет

Шейкина Ольга Викторовна родилась в 1978 г., окончила в 2001 г. Марийский государственный технический университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии МарГТУ. Имеет около 20 печатных работ в области селекционного семеноводства древесных пород.
E-mail: sheikina_olga@rambler.ru



Лебедева Эмилия Петровна родилась в 1936 г., окончила в 1959 г. Поволжский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Марийского государственного технического университета. Имеет более 100 печатных работ в области селекционного семеноводства древесных пород.
E-mail: e_prokhorova@rambler.ru



СЕМЕНОШЕНИЕ КЛОНОВ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ЛЕСОСЕМЕННОЙ ПЛАНТАЦИИ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Приведены результаты 3-летних исследований семеношения клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации. Отмечена высокая изменчивость клонов по интенсивности семеношения, биометрическим признакам шишек, массе семян и их выходу. Рассмотрен вопрос об отборе перспективных клонов для лесосеменных плантаций следующих порядков.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, лесосеменная плантация, плюсовые деревья, клоны, семеношение, отбор.

Создание постоянной лесосеменной базы призвано решать задачу обеспечения предприятий лесного хозяйства генетически ценными семенами в необходимом объеме. Поэтому важным аспектом оценки плюсовых деревьев является изучение особенностей семеношения их вегетативных потомств в условиях лесосеменной плантации. Многие исследователи отмечают высокую изменчивость клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по признакам репродуктивной сферы [1–6].

Цель нашей работы заключалась в изучении этой изменчивости и разработке принципов выделения перспективных клонов для дальнейшего использования на лесосеменных плантациях повышенной генетической ценности. Исследования проводились на клоновой лесосеменной плантации первого порядка в Ибресинском лесхозе Чувашской Республики, заложенной посадкой привитых саженцев в 1985 г. Для изучения семенной продуктивности в 2001 г. с 4-5 рамет 73 клонов были собраны все шишки. В качестве признаков, характеризующих урожайность клонов, взяты число шишек, их общая масса, общая масса извлеченных семян. Для более глубокого анализа

Таблица 1

Изменчивость клонов по урожайности

Год наблюдения	Среднее число шишек на рамете, шт.	Лимиты средних значений по клонам	Коэффициент вариации, %	F _{факт}	F _{табл}
2001	363,0±24,3	56...1419	66,6	7,61	1,39
2003	37,0±2,5	3...153	81,5	10,2	1,38
2004	273,0±15,2	70...659	47,7	6,91	1,34

отобраны контрольные пробы (по 100 шишек в каждой рамете) и определены биометрические показатели шишек, масса 1000 шт. и выход семян. В 2003 и 2004 гг. изучали интенсивность семеношения, подсчитывая шишки в кроне 3...5 рамет каждого клона.

В возрасте интенсивной эксплуатации клоновой лесосеменной плантации (17...19 лет) на одной рамете в зависимости от года может формироваться в среднем от 37 до 363 шишек (табл. 1). Установлена очень большая изменчивость клонов по числу шишек (в 9–51 раз). В неурожайном 2003 г. наблюдалось увеличение изменчивости клонов по числу шишек, межкლოновый коэффициент вариации достигал 81,5 %. Однофакторный дисперсионный анализ показал, что достоверное влияние на изменчивость клонов по числу шишек оказывают генетические факторы, за все 3 года фактический критерий Фишера превышал табличное значение.

Обильно семеносящие клоны не каждый год дают большие урожаи. Например, клон № 4 в 2001 г. имел максимальное среднее количество шишек на прививке (1419 шт.), а в 2003 и 2004 гг. только по 63 и 157 шишек соответственно. В то же время не самый урожайный в 2001 г. клон № 108 (291 шишка) в 2004 г. оказался самым обильно семеносящим (659 шишек).

Как показывает анализ, большое количество шишек не всегда обуславливает получение максимальной массы извлеченных семян (табл. 2). Например, у клона № 24 в 2001 г. было не меньшее число шишек на одной прививке (248 шт.), но минимальная масса извлеченных семян (8,2 г.). В то же время у клона № 64 среднее число шишек на рамете было в 4,5 раза меньше, чем у клона № 24, а масса извлеченных семян больше (11,0 г.).

Таблица 2

Характеристика отдельных клонов по урожайности

№ клона	Число шишек на рамете, шт.	Масса шишек, кг	Масса извлеченных семян, г	Выход семян, %
4	1419,0 ± 121,0	16,7 ± 0,9	208,3 ± 2,4	1,24
24	248,0 ± 61,0	1,1 ± 0,3	8,2 ± 1,4	0,74
27	79,0 ± 14,3	3,5 ± 0,4	33,3 ± 7,0	0,84
47	588,0 ± 34,0	8,1 ± 0,6	14,4 ± 7,6	0,17
56	722,0 ± 49,2	7,2 ± 0,3	126,4 ± 4,6	1,75
64	56,0 ± 14,2	0,5 ± 0,1	11,0 ± 1,8	2,20
76	718,0 ± 84,7	6,8 ± 1,8	99,4 ± 23,7	1,46
119	566,0 ± 93,1	6,9 ± 1,3	97,2 ± 12,9	1,40

Таблица 3

Изменчивость клонов по признакам шишек и семян

Признак	Среднее значение	Лимиты средних значений по клонам	Коэффициент вариации, %	F _{факт}
Длина шишек, мм	46,50 ± 0,40	39,5...55,4	7,7	5,09
Диаметр шишек, мм	22,00 ± 0,10	18,9...24,5	5,2	3,22
Масса шишек, г	11,60 ± 0,21	7,5...16,6	16,2	4,34
Выход семян, %	1,30 ± 0,04	0,6...2,1	25,9	9,38
Масса 1000 семян, г	6,20 ± 0,10	4,9...7,8	13,5	7,71

У клонов № 47 и 119 при относительно равном числе шишек масса извлеченных семян различается в 6,8 раза. Следовательно, семенная продуктивность клонов в конечном итоге определяется не только количеством шишек на дереве, но и выходом семян.

Клоны плюсовых деревьев существенно различаются по признакам шишек и семян (табл. 3). Биометрические показатели шишек характеризуются умеренной изменчивостью, длина шишек варьирует от 39,5 до 55,4 мм, диаметр от 18,9 до 24,5 мм, масса от 7,5 до 16,6 г. По выходу семян отдельные клоны различаются в 3,5 раза (от 0,6 до 2,1 %). Зависимость выхода семян от размеров шишек не установлена, коэффициент линейной корреляции варьирует от -0,049 до +0,146. На изменчивость вегетативных потомств плюсовых деревьев по признакам шишек и семян достоверное влияние оказывают генотипические особенности клонов, для всех анализируемых признаков фактический критерий Фишера выше табличного ($F_{\text{табл}} = 1,39$ при уровне значимости 0,05).

Таблица 4

Характеристика кластеров, выделенных по репродуктивным признакам

№ кластера	Число клонов, шт.	Среднее значение признаков							Выход семян, %
		Число шишек по годам, шт.			Характеристика шишек			Масса 1000 семян, г	
		2001	2003	2004	Длина, мм	Диаметр, мм	Масса, г		
1	9	209	10	198	44,5	21,8	11,0	6,03	1,08
2	8	362	24	341	46,1	22,0	12,2	6,48	0,94
3	14	316	20	280	47,6	22,1	11,9	6,27	1,67
4	11	672	13	263	46,0	21,9	11,2	5,88	1,23
5	3	1114	49	407	49,3	21,5	11,4	5,80	1,23
6	5	452	108	307	48,9	23,1	13,1	6,98	1,06
7	6	104	44	175	42,9	21,0	10,0	5,80	1,25
8	8	301	67	271	45,1	21,3	10,5	5,85	1,41
9	9	297	47	267	49,0	23,1	13,2	6,86	1,19
Среднее	–	363	37	273	46,5	22,0	11,6	6,20	1,30

При выделении клонов, ценных для формирования урожая на лесосеменной плантации, применен кластерный анализ. Все изученные клоны разделены на девять кластеров с различным сочетанием признаков (табл. 4). С практической точки зрения наибольший интерес представляют клоны, плодоносящие ежегодно, имеющие крупные шишки, семена и высокий их выход. Однако мы не обнаружили ни одного кластера, полностью отвечающего этим требованиям. Так, клоны, вошедшие в кластер 5, ежегодно имели число шишек больше среднего для всей плантации (1114 против 363 шт. в 2001 г., 49 против 37 шт. в 2003 г., 407 против 273 шт. в 2004 г.), но показатели остальных признаков были средними и даже низкими. Клоны кластера 6 также характеризуются большим числом шишек на прививках (452 против 363 шт. в 2001 г., 108 против 37 шт. в 2003 г., 307 против 273 шт. в 2004 г.). У них самые крупные семена (масса 1000 шт. 6,98 г при среднем значении 6,2 г), но выход ниже среднего на 0,24 %.

Клоны кластера 3 имеют крупные шишки, семена и самый высокий их выход (1,67 %), но не отличаются обильным семеношением, количество шишек на одной рамете меньше среднего за все три года. Самый незначительный вклад в формирование урожая вносят клоны кластера 1, которые имеют низкие показатели абсолютно по всем признакам. У клонов других кластеров сочетание признаков также различно.

Анализ показывает, что клоны с крупными шишками не всегда имеют большую массу и выход семян. Так, например, у клонов кластера 9 самые крупные шишки, но низкий выход семян. Независимыми признаками являются также масса 1000 семян и их выход из шишки. Так, у клонов кластера 6 самые крупные семена, их выход ниже среднего. Для кластера 8, наоборот, характерны маленькая масса 1000 семян, но выход выше среднего.

С производственной точки зрения неперспективны клоны, имеющие крупные шишки, но минимальный выход семян. На наш взгляд, наибольшей практической ценностью обладают клоны, которые ежегодно продуцируют большое количество шишек, характеризуются высоким выходом и большой массой 1000 семян. К лучшим можно отнести клоны кластеров 3, 5, 6 и 9, доля которых составила 42,5 % от всех изученных.

Таким образом, для повышения экономической эффективности лесосеменных плантаций необходимо создавать благоприятные условия для семеношения, вводя в лесосеменные плантации высокоурожайные клоны, урожайность которых определяется не только числом шишек, но также массой 1000 семян и их выходом. Однако основным направлением селекции сосны обыкновенной является быстрота роста и качество ствола. По этим признакам и следует в первую очередь оценивать потомство плюсовых деревьев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бура, Р.И. Цветение и семеношение клоновой семенной плантации сосны обыкновенной [Текст] / Р.И. Бура, Е.А. Шлямар // Лесн. хоз-во. – 1984. – № 1. – С. 42–43.

2. Долголиков, В.И. Особенности формирования урожая на семенной плантации [Текст] / В.И. Долголиков // Лесн. хоз-во. – 1973. – № 4. – С. 39–41.
3. Ефимов, Ю.П. Рост и плодоношение на клоновой семенной плантации [Текст] / Ю.П. Ефимов, В.М. Белобородов, В.С. Самбуров // Лесн. хоз-во. – 1974. – № 12. – С. 37-39.
4. Петров, С.А. Изменчивость размеров и формы шишек в клоновой популяции сосны обыкновенной [Текст] / С.А. Петров // Селекция и семеноводство хвойных. – Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1987. – С. 34–40.
5. Селекционное семеноводство сосны обыкновенной в Сибири [Текст] / В.В. Тараканов [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2001. – 229 с.
6. Ткаченко, А.Н. Репродуктивная способность клонов сосны на лесосеменной плантации Брянской области [Текст] / А.Н. Ткаченко // Лесн. хоз-во. – 2001. – № 1. – С. 38–39.

Поступила 09.07.08

O.V. Sheikina, E.P. Lebedeva
Mari State Technical University

Seed Production of Plus Trees Clones of Scotch Pine in Chuvash Republic Seed Orchard

Three-year research results of seed production for clonal plus trees of Scotch Pine in the Chuvashia seed orchard are provided. High clonal variability according to seed production intensity, biometric cone characteristics, seed mass and its yield is marked. The selection of perspective clones for next order seed orchards is considered.

Keywords: Scotch pine, seed orchard, plus trees, clones, seed production, selection.



УДК 625.711.84

А.С. Миляев

С.-Петербургская государственная лесотехническая академия

Миляев Александр Сергеевич родился в 1936 г., окончил в 1959 г. Ленинградское высшее военное инженерно-техническое училище ВМФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической и строительной механики С.-Петербургской государственной лесотехнической академии, заслуженный работник высшей школы РФ. Имеет более 150 печатных работ в области механики деформируемого твердого тела, в том числе по механике силового взаимодействия конструкций и сооружений с грунтом при статических и динамических нагрузках.
E-mail: icffi@home.ru



ВЛИЯНИЕ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ БИОМАССЫ ПОДСТИЛАЮЩЕГО СЛОЯ НА ПРОМЕРЗАНИЕ ОСНОВАНИЙ ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Исследовано влияние тепловыделения биологического происхождения на промерзание оснований зимних лесовозных дорог в болотистой местности. Методика расчета построена на числовом примере.

Ключевые слова: зимние лесовозные дороги, грунтовое основание, биологические источники тепла, промерзание.

Зимние лесовозные дороги в болотистой местности устраиваются в соответствии с нормами [1]. При проектировании таких дорог необходимо располагать информацией о распределении температуры по глубине естественного основания, что позволяет определить толщину и температуру мерзлого слоя грунта, а затем его прочностные и деформационные характеристики, необходимые для расчетов дорожной конструкции на прочность и жесткость [3].

В настоящее время нет нормативных документов по расчету промерзания и оттаивания оснований зимних лесовозных дорог. В имеющихся методиках используются полуэмпирические формулы, в которых не в полной мере учитываются происходящие в грунтах термодинамические процессы.

Известно, что в биогенных грунтах (например в торфяных залежах) существуют биологические источники тепла, которые обеспечивают постоянную положительную температуру в слое, подстилающем естественное основание зимних лесовозных дорог [5]. Цель нашей работы – дать количественную оценку влияния такого тепловыделения на промерзание оснований зимних лесовозных дорог. Методика расчета построена на числовом примере.

Постановка задачи. Рассматривается промерзание в течение 5 сут слоя биогенного грунта (торфяной залежи) толщиной $h_{fnd} = 1,61$ м, предназначенного служить естественным основанием зимней лесовозной дороги. Этот слой подстилается термически активным массивом, в котором, благодаря жизнедеятельности микроорганизмов, поддерживается положительная температура $T_{bio} = +4$ °С.



Рис. 1. Термодинамическая система

Полагая, что температурное поле в основании дороги не изменяется вдоль ее оси, рассматриваем плоскую задачу теплопроводности. Для количественной оценки влияния тепловыделения на промерзание оснований зимних лесовозных дорог выполняется три независимых расчета. В первом расчете среднесуточная температура воздуха над поверхностью слоя биогенного грунта T_{air} принимается равной -8 , во втором -12 , в третьем -16 °С. Относительная влажность грунта W_{gr} в долях плотности скелета грунта ρ_s равна 2.

Воздух, биогенный грунт и термически активный массив являются составными частями закрытой термодинамической системы. Вырежем из нее прямоугольник длиной l_x и шириной l_y , как показано на рис. 1. Ось x направлена в глубь основания, ось y — поперек трассы дороги.

В слое биогенного грунта нет внутренних источников энергии, однако при замерзании в грунте поровой воды выделяется теплота кристаллизации Q_{gr} , которую необходимо учесть в расчете, приняв равной $(0 \dots -1)$ °С. Две границы слоя биогенного грунта (основания) подвержены воздействию температуры, на двух других имеется теплоизоляция.

Прочность мерзлого слоя биогенного грунта обеспечивается за счет замерзания капельно-жидкой воды в порах грунта. При этом выделяется скрытая теплота кристаллизации $Q_w = 3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг. В соответствии со СНиП 2.02.04–88 [6] теплота замерзания грунта Q_{gr} принимается равной количеству теплоты, необходимой для замерзания воды в единице объема грунта, и определяется по формуле

$$Q_{gr} = Q_w(W_{gr} - W_m)\rho_s, \quad (1)$$

где W_{gr} — суммарная влажность грунта, доли единицы;

W_m — влажность мерзлого грунта между включениями льда, доли единицы;

ρ_s — плотность скелета грунта, кг/м³.

Математическая формулировка задачи. Распространение теплоты в слое биогенного грунта подчиняется уравнению теплопроводности [2]

$$\frac{\partial H}{\partial t} = - \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} \right) + q_v, \quad (2)$$

где H – энтальпия, Дж/м³;
 q_x, q_y – тепловые потоки в направлении осей x и y , Вт/м²;
 q_v – мощность внутренних источников энергии, Вт/м³;
 t – время, с.
 По закону Фурье

$$q_x = -\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x}; q_y = -\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y}, \quad (3)$$

где λ_x, λ_y – теплопроводность в направлении осей x и y , Вт/(м·°C);
 T – температура, °C.

После подстановки q_x, q_y в уравнение (2) оно получает вид

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} \right) + q_v. \quad (4)$$

Приращение энтальпии (теплосодержания, тепловой функции) определяется выражением

$$H = \int_{T_b}^T \rho C(T) dT, \quad (5)$$

где T_b, T – начальное и текущее значения температуры, °C;

ρ – плотность тела, кг/м³;

C – теплоемкость, Дж/(кг·°C).

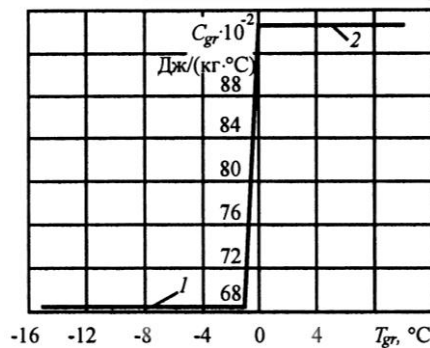
Ограничиваясь постоянными значениями плотности ρ и кусочно-линейной зависимостью теплоемкости C от температуры T (рис. 2), энтальпию можно представить кусочно-линейной зависимостью

$$H = (\rho C)_k \int_{T_b}^T dT, k = 1, 2 \dots \quad (6)$$

Уравнение (4) с учетом (6) в отсутствие внутренних источников тепла в слое биогенного грунта ($q_v = 0$) получает вид

$$(\rho C)_k \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} \right), k = 1, 2 \dots \quad (7)$$

Рис. 2. Зависимость теплоемкости грунта C_{gr} от температуры T_{gr} : 1 – мерзлого, $C_{gr,fr} = 6,82 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C); 2 – талого $C_{gr,th} = 9,45 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C)



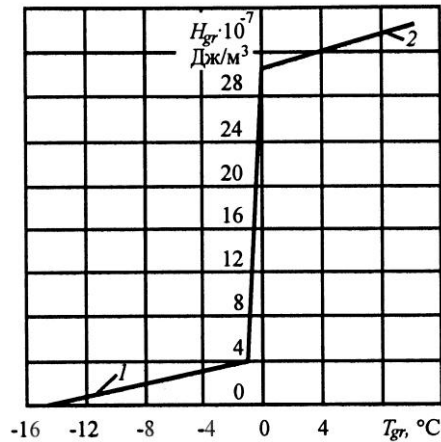


Рис. 3. Зависимость энтальпии грунта H_{gr} от температуры T_{gr} : 1 – мерзлого ($T_{gr} = -1$ °C), $H_{gr,fr} = 38,2 \cdot 10^6$ Дж/м³; 2 – талого ($T_{gr} = 0$ °C), $H_{gr,th} = 306,2 \cdot 10^6$ Дж/м³

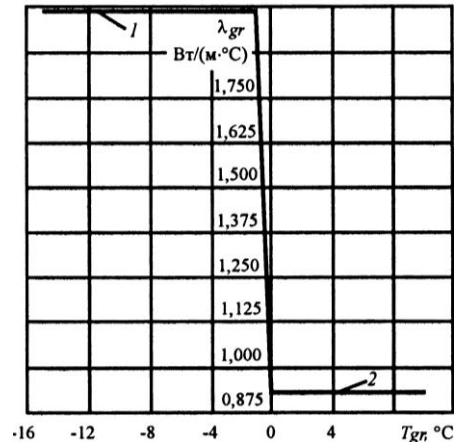


Рис. 4. Зависимость теплопроводности грунта λ_{gr} от температуры T_{gr} : 1 – мерзлого, $\lambda_{gr,fr} = 1,93$ Вт/(м·°C); 2 – талого, $\lambda_{gr,th} = 0,93$ Вт/(м·°C)

Принимая плотность биогенного грунта равной 400 кг/м^3 и используя числовые значения теплоемкости мерзлого и талого грунта $C_{gr,fr} = 6,82 \cdot 10^3$, $C_{gr,th} = 9,45 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C), по формуле (6) получаем зависимость энтальпии грунта H_{gr} от температуры, представленную на рис. 3.

В правой части уравнения (7) теплопроводность в направлении осей x , y также зависит от температуры, что отражено на рис. 4.

Начальные условия: при $t = 0$ в слое биогенного грунта $T = 0$ °C. Граничные условия: на прямой $x = 0$ температура $T = T_{air}$; на прямой $x = l_x$ температура $T = T_{bio} = +4$ °C; на прямых $y = 0$ и $y = l_y$ тепловых потоков нет: $q_y = 0$. Требуется найти толщину мерзлого слоя биогенного грунта для трех значений установившейся над поверхностью грунта температуры воздуха T_{air} : -8 , -12 и -16 °C по истечении 120 ч.

Метод решения задачи. Уравнение (7) – нестационарное, нелинейное, с переменными коэффициентами. Его аналитическое решение в настоящее время невозможно, поэтому используем численный метод конечных элементов, шаговое по времени решение и итерационную процедуру приближения на каждом шаге.

Для обеспечения устойчивости решения шаг по времени Δt и максимальный размер сетки узлов конечных элементов Δh должны отвечать критерию [4]:

$$\frac{\lambda \Delta t}{C(\Delta h)^2} \leq \frac{1}{2}, \quad (8)$$

где λ , C – теплопроводность и теплоемкость тел, входящих в термодинамическую систему, причем теплоемкость C в выражении (8) имеет размерность Дж/(м³·°C).

Используя размерность теплоемкости Дж/(кг·°С), критерий (8) переписываем в виде

$$\frac{\lambda \Delta t}{\rho C (\Delta h)^2} \leq \frac{1}{2}. \quad (9)$$

Конечно-элементная модель характеризуется следующими входными данными. Длина модели $l_x = 1,61$ м, ширина $l_y = 0,02$ м. Параметры биогенного грунта: плотность $\rho_{gr} = 400$ кг/м³; теплопроводность талого грунта $\lambda_{gr,th} = 0,93$, мерзлого $\lambda_{gr,fr} = 1,93$ Вт/(м·°С); теплоемкость талого грунта $C_{gr,th} = 9,45 \cdot 10^3$, мерзлого $C_{gr,fr} = 6,82 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С); толщина слоя грунта $h_{fd} = 1,61$ м.

Шаг сетки узлов принимаем равным 0,01 м: $\Delta h = 0,01$ м; шаг по времени согласно критерию (8) получается равным: для талого грунта $\Delta t_{gr,th} = 200$, для мерзлого $\Delta t_{gr,fr} = 68$ с. Выбираем среднее значение шага по времени $\Delta t_{avr} = 200$ с, минимальное $\Delta t_{min} = 70$ с.

Точность решения на каждом шаге по времени контролируем с помощью итерационной процедуры по двум показателям: стабилизации (с заданным критерием сходимости $\delta_q = 1 \cdot 10^{-6}$) количества теплоты, протекающей через конечный элемент, и стабилизации температуры с критерием сходимости $\delta_T = 1 \cdot 10^{-6}$.

Результаты решения задачи. Для каждого шага по времени находят значения температуры в узлах конечных элементов. Поскольку в данном случае требовалось получить распределение температуры в грунте по прошествии 120 ч установившейся над поверхностью грунта температуры воздуха, в файл выходных данных записывали результаты расчета только на последнем шаге по времени T_{120} . По ним построены графики зависимости температуры T_{120} от координаты x в узлах на прямой $y = 0,01$ м, которые представлены на рис. 5, где по оси абсцисс отложены расстояния от поверхности грунта, по оси ординат – температура грунта по истечении 120 ч. Двумя черными квадратиками в начале горизонтальной части кривой на графике помечены точки, расположенные на нижней границе промерзания модели. Толщина слоя мерзлого грунта h_{frz} при температуре воздуха $-8, -12$ и -16 °С равна соответственно 16, 18,5 и 21 см.

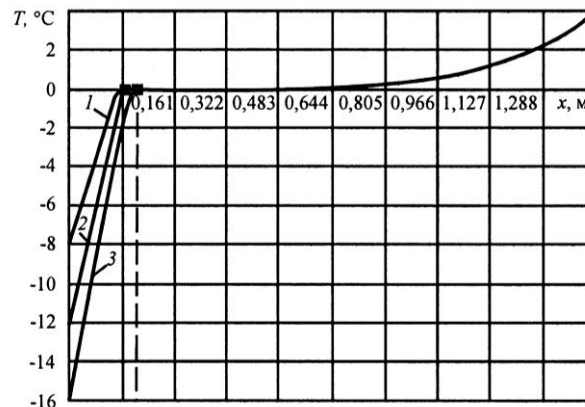


Рис. 5. Распределение температуры T в конечно-элементной модели по глубине грунта (x): 1, 2, 3 – при температуре воздуха над поверхностью грунта соответственно $-8, -12$ и -16 °С

Выводы

Приведенная методика применима при проектировании зимних лесовозных дорог для решения теплотехнических задач. В частности, ее можно использовать для определения толщины мерзлого слоя в любой момент времени после наступления холодов, что необходимо как при выборе трассы и проектировании новой зимней дороги, так и назначении сроков начала эксплуатации существующей дороги.

Методика базируется на численном решении нестационарного нелинейного уравнения теплопроводности, в котором теплоемкость, энтальпия и теплопроводность зависят от температуры и испытывают резкий скачок при замерзании поровой воды в грунте.

Из сравнения падения температуры воздуха с увеличением толщины слоя мерзлого грунта следует, что биологические источники тепла могут существенно влиять на толщину слоя мерзлого грунта оснований зимних лесовозных дорог в болотистой местности, внося ограничения в расчеты на прочность и жесткость конструкции дороги.

Приведенный пример расчета показывает, что теплота, выделяемая термически активным массивом, подстилающим естественное основание зимней дороги, сильно замедляет процесс его промерзания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВСН 01–85. Инструкция по проектированию лесозаготовительных предприятий [Текст]. – М.: Минлесбумпром СССР, 1986. – 135 с.
2. *Исаченко, В.П.* Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
3. *Миляев, А.С.* Автоматизированный расчет конструкций зимних лесовозных дорог [Текст]: учеб. пособие / А.С. Миляев. – СПб., 2006. – 303 с.
4. *Рихтмайер, Р.* Разностные методы решения краевых задач [Текст] / Р. Рихтмайер, К. Мортон. – М.: Мир, 1972. – 418 с.
5. *Румянцев, В.А.* Биотеплофизика замерзания мелководного озера [Текст] / В.А. Румянцев, С.М. Шишкаев // ДАН. – 1996. – Т. 347, № 1. – С. 106–108.
6. СНиП 2.02.04–88. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах [Текст] / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000. – 52 с.

Поступила 19.02.09

A.S. Milyaev

Saint-Petersburg State Forest Technical Academy

Influence of Heat Liberation of Sublayer Biomass on Freezing of Winter Wood-track Basis

The influence of heat liberation of biological origin on freezing of winter wood-track bases in the marshy land is investigated. The calculation procedure is based on the numerical example.

Keywords: winter wood tracks, subsoil, biological heat sources, freezing.

УДК 630*323

А.Н. Заикин, Е.А. Памфилов

Брянская государственная инженерно-технологическая академия

Заикин Анатолий Николаевич родился в 1949 г., окончил в 1975 г. Брянский технологический институт, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технического сервиса Брянской государственной инженерно-технологической академии, действительный член МАНЭБ. Имеет около 170 печатных работ в области совершенствования техники и технологии лесозаготовок.
E-mail: mail@bgita.ru



Памфилов Евгений Анатольевич родился в 1941 г., окончил в 1964 г. Брянский институт транспортного машиностроения, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механической технологии древесины Брянской государственной инженерно-технологической академии, заслуженный деятель науки РФ. Имеет более 350 печатных работ в области обеспечения долговечности машин и оборудования.
Тел.: факс (4832) 64-60-73



О ВЛИЯНИИ МЕЖОПЕРАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ДРЕВЕСИНЫ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ КОМПЛЕКТА ЛЕСОСЕЧНЫХ МАШИН

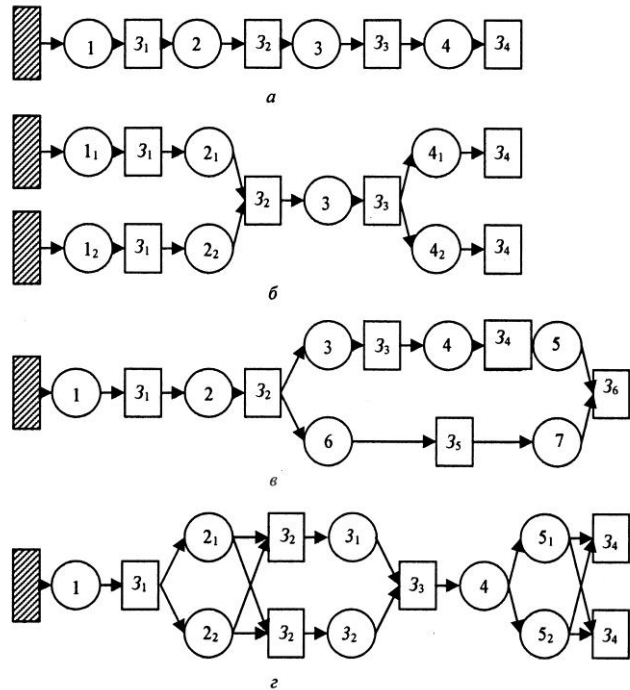
Рассмотрены комплекты лесосечных машин как поточные линии смешанного агрегатирования с гибкими связями, которые обеспечиваются межоперационными запасами. В результате достигается бесперебойная работа машин и оборудования на смежных операциях, повышается работоспособность технологической системы.

Ключевые слова: комплекты машин, поточные линии, запасы древесины, работоспособность технологической системы.

На лесосеках машины и механизмы, выполняющие отдельные операции, объединяют в комплекты. Эффективность их использования может быть достигнута при правильном комплектовании машин по типам и численности и соответствующей организации работы. Под системой машин в конкретных природно-производственных условиях подразумевается совокупность комплектов или один из них, включающий машины и оборудование для механизированного осуществления основных технологических операций и обеспечивающий заготовку леса в установленные сроки и с высокими экономическими показателями. Комплекты машин в системах характеризуются числом машин каждого типа, структурой и способом взаимодействия на смежных операциях. Комплекты, обеспечивающие выполнение всех операций конкретных технологических процессов, представляют собой поточные линии.

Цель статьи – установить закономерности влияния объемов межоперационных запасов древесины на снижение внутрисменных простоев машин на лесосечных работах и их роль в обеспечении надежности и достижении максимальной производительности комплектов оборудования в целом.

Рис. 1. Графические модели взаимосвязи машин и оборудования в комплекте: *a* – последовательное агрегатирование с гибкими связями; *б, в* – смешанное с ветвящимися и сходящимися линиями потока; *г* – то же с гибкими и жесткими связями; 1–7 – номера технических средств для выполнения операций; *З* – оперативный запас объектов труда; заштрихованные прямоугольники – запас сырья неограниченного объема



Сменная производительность комплекта ($P_{см}$) определяется объемом сырья, заготовленного в течение смены. Производительность всего комплекта могла бы быть равной производительности машин на каждой операции, т. е.

$$P_{см_c} = P_{см_1} = P_{см_2} = P_{см_3} = \dots = P_{см_n}.$$

Такой комплект отвечал бы требованиям линии последовательного агрегатирования (рис. 1, *a*). Однако, как показывает практика, не удается подобрать комплект лесозаготовительных машин и механизмов с одинаковой или близкой производительностью. Зачастую, если на первой операции работает одна машина, то на второй – две, три, на третьей – одна, две и т. п. Причем перед каждой из операций создается запас древесины, поэтому все операции в системе, за исключением погрузки и вывозки, связаны между собой. Точкой схождения и расхождения линий в потоках является запас, обеспечивающий гибкие связи между машинами каждой операции. Поэтому на лесозаготовках наибольшее распространение получили комплекты машин, отвечающие линиям смешанного агрегатирования с гибкими и жесткими связями.

Рассматривая причинно-следственную связь создания и потребления запасов, мы установили, что между операциями они многоуровневые. В технологическом процессе лесосечных работ запасы, во-первых, создаются предыдущими техническими средствами (ТС) до начала их работы на следующей операции и должны обеспечивать 50-метровую зону безопасности между операциями валки и трелевки,

и 30-метровую между операциями трелевки и обрезки сучьев, обрезки сучьев и погрузки. Технологическая причина, вызывающая необходимость создания такого типа запасов, определяет их название – технологические. Вторых, любые ТС, в том числе лесосечные машины и оборудование, ненадежны в работе, требуют технического ухода, т. е. каждое ТС имеет свой коэффициент технического использования. Наиболее невыгодная ситуация для пары смежных ТС, когда выходит из строя предыдущее ТС, а объем запасов или минимален, или отсутствует. Техническая причина, вызывающая необходимость создания такого типа запасов, определяет их название – технические.

Запасы объектов труда (ОТ) в обоих случаях предупреждают (страхуют) простои последующего ТС, когда простаивает предыдущее. Правомерно называть их страховыми, а объем ($Q_c, \text{м}^3$) определять по формуле

$$Q_c = Q_{\text{тл}} + Q_{\text{тн}}$$

где $Q_{\text{тл}}, Q_{\text{тн}}$ – объем соответственно технологических и технических запасов, м^3 .

После создания объема страховых запасов предыдущими ТС с объемом выработки Q_i вступают в работу ТС на следующей операции с объемом выработки Q_s . При соблюдении условия $Q_i > Q_s$ запасы ОТ начинают расти с интенсивностью $(Q_i - Q_s)t$.

В случае $Q_i < Q_s$ перед началом работы ТС на следующей операции необходимо создать дополнительный объем запасов. Поскольку их объем зависит от организации работ, он может быть назван организационным ($Q_o, \text{м}^3$). Этот объем дополняет страховой до гарантирующего бесперебойную работу ТС, поэтому правомерно называть его гарантийным ($Q_r, \text{м}^3$).

Отсюда следует также, что межоперационные запасы ОТ многоуровневые, имеют предельную для конкретных условий величину Q_r , гарантирующую бесперебойную работу ТС, и в общем виде могут быть рассчитаны по формуле

$$Q_r = Q_c + Q_o.$$

После создания объема гарантийных запасов ОТ предыдущими ТС вступают в работу ТС на следующей операции ($Q_i < Q_s$). С этого времени запасы ОТ начнут уменьшаться с интенсивностью $(Q_s - Q_i)t$.

Для повышения эффективности применения ТС и безопасности рабочих необходимо организовать работу так, чтобы в первом случае ($Q_i > Q_s$) после достижения запасами гарантийного уровня они начали снижаться до страховых, а во втором ($Q_i < Q_s$) после создания страхового запаса – расти и к концу расчетного периода (месяца) сравнялись с гарантийными.

Для определения оптимальных объемов гарантийных запасов и поддержания их на определенном уровне, с учетом максимальной выработки комплекта машин, минимальных затрат и вредного воздействия машин на лесные экосистемы, нами разработаны математические модели [2]. Поддержание объемов гарантийных запасов обеспечивается за счет подключения на отстающих операциях дополнительных машин и (или) увеличения сменности работы основных машин и оборудования.

В зависимости от числа ТС в комплекте, пополняющих и выработывающих запас между смежными операциями, можно предложить следующие схемы компоновки поточных линий (рис. 1).

Схема смешанного агрегатирования со сходящимися и ветвящимися линиями потока (рис. 1, б) включает ряд ТС, работающих параллельно друг другу и передающих объекты труда работающим последовательно; возможны и обратные случаи – передача объектов труда от ТС, работающих последовательно, к работающим параллельно. В случае, приведенном на рис. 1, б, имеют место оба варианта одновременно.

В таких схемах сменная производительность последовательно соединенных ТС должна быть равна производительности ТС, работающих параллельно. Это условие можно записать в виде

$$[(P_{см1} \approx P_{см2}) + (P_{см12} \approx P_{см22})] \approx P_{см} \approx (P_{см41} \approx P_{см42}).$$

Возможны варианты, когда параллельно может работать разное количество ТС (рис. 1, в). При этом желательно следующее соблюдение соотношений производительности:

$$P_{см1} \approx P_{см2} \approx [(P_{см3} \approx P_{см4} \approx P_{см5}) + (P_{см6} \approx P_{см7})].$$

В схемах смешанного агрегатирования, включающих жесткие и гибкие связи (рис. 1, з), ОТ могут поступать в запас перед любым из ТС, а если запаса нет, то непосредственно на ТС. Выбор схемы зависит от вида заготовленной древесины (дерево, хлысты, сортименты), типа и количественного состава применяемых ТС. Поддержание оперативных запасов на определенном уровне (с учетом подключения дополнительных машин на отстающих операциях на рассчитанное для конкретных условий время и (или) увеличение сменности) повышает вероятность безотказной работы комплекта машин.

Процесс выполнения комплектом машин лесосечных работ представляет собой поточную линию смешанного агрегатирования с гибкими связями. Эти связи обеспечивают оперативные запасы, которые, как указывалось выше, рассчитываются, создаются и поддерживаются в конкретных производственных условиях на определенном уровне. Гарантийный объем запасов обеспечивает бесперебойную работу ТС на смежных операциях. Если одно из ТС выходит из строя (останавливается), другое продолжает работать, потребляя запасы или пополняя их, следовательно, функционирует весь комплект машин. В этом случае запасы играют роль резервного оборудования, и поэтому комплект лесосечных машин можно рассматривать как резервированную систему (рис. 2).

В этой схеме при отказе основного ТС возможен успешный переход на резерв (включается дополнительное оборудование или «работает» запас). При независимых отказах ТС надежность системы (коэффициент технического использования) из двух элементов за некоторое время t определится по формуле [1]

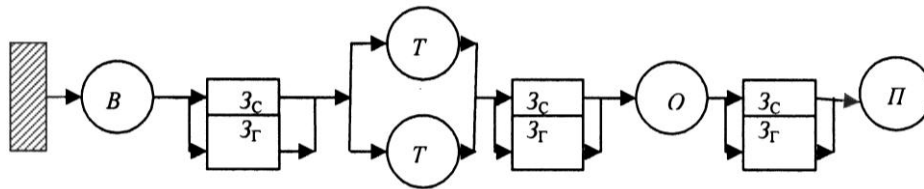


Рис. 2. Схема смешанного (параллельно-последовательного) резервируемого соединения n элементов: B – валочно-пакетирующая машина; $Зс, Зг$ – запасы страховой и гарантийный; T – трелевочный трактор; O – сучкорезная машина; $П$ – погрузчик

$$P(t) = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_i),$$

где $P(t)$ – коэффициент технического использования за время t ;
 P_i – коэффициент технического использования i -го элемента;
 m – число элементов.

Коэффициент технического использования системы (P_c) из нескольких элементов (рис. 2) можно определить по формуле

$$P_c = [1 - (1 - P_B)(1 - P_{Зс})(1 - P_{Зг})][1 - (1 - P_{T_1})(1 - P_{T_2})(1 - P_{Зс})(1 - P_{Зг})] \times \\ \times [1 - (1 - P_O)(1 - P_{Зс})(1 - P_{Зг})]P_{П}.$$

Если для данного примера коэффициент технического использования валочно-пакетирующей машины (P_B) принять равным 0,85; трелевочных тракторов (P_T) – 0,8; сучкорезной машины (P_O) – 0,9; погрузчика ($P_{П}$) – 0,85; а запасов ($P_З$) – 0,7, то коэффициент технического использования системы составит

$$P = [1 - (1 - 0,85)(1 - 0,7)(1 - 0,7)][1 - (1 - 0,8)(1 - 0,8)(1 - 0,7)(1 - 0,7)] \times \\ \times [1 - (1 - 0,9)(1 - 0,7)(1 - 0,7)] \cdot 0,85 = 0,83.$$

С другой стороны, для поддержания запасов на определенном уровне дополнительно подключается на валке и обрезке сучьев бензопила, а на трелевке чокерный трактор, что обеспечивает максимальную выработку комплекта в целом. Такая система, например, для комплекта машин, состоящего из одной валочно-пакетирующей, двух трелевочных и одной сучкорезной машины, будет иметь схему, представленную на рис. 3.

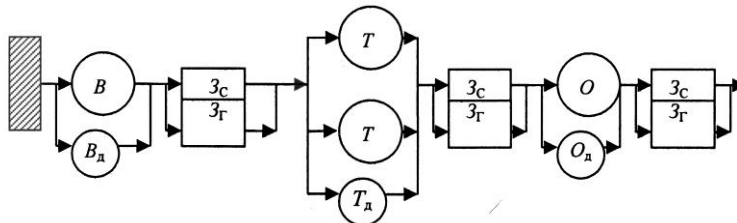
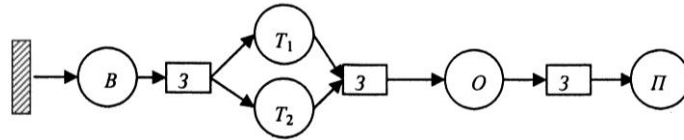


Рис. 3. Схема смешанного (параллельно-последовательного) резервируемого соединения с использованием дополнительных элементов: B_d – бензопила; T_d – чокерный трактор; O_d – сучкорезная машина

Рис. 4. Схема смешанного нерезервируемого соединения n элементов

Коэффициент технического использования системы из нескольких элементов (рис. 3) можно определить по формуле

$$P_c = [1 - (1 - P_B)(1 - P_{B_d})(1 - P_{3_c})(1 - P_{3_r})][1 - (1 - P_{T_1})(1 - P_{T_2})(1 - P_{T_d})(1 - P_{3_c}) \times \\ \times (1 - P_{3_r})][1 - (1 - P_O)(1 - P_{O_d})(1 - P_{3_c})(1 - P_{3_r})]P_{\Pi}.$$

Если принять коэффициент технического использования бензиномоторных пил (P_{B_d}) равным 0,3 (поскольку они не полностью заменяют машины) и чокерного трактора (P_{T_d}) – 0,85, то коэффициент технического использования приведенной системы составит

$$P = [1 - (1 - 0,85)(1 - 0,3)(1 - 0,7)(1 - 0,7)][1 - (1 - 0,8)(1 - 0,8) \times \\ \times (1 - 0,85)(1 - 0,7)(1 - 0,7)][1 - (1 - 0,9)(1 - 0,3)(1 - 0,7) \times \\ \times (1 - 0,7)] \cdot 0,85 = 0,84.$$

Если запасы недостаточны и дополнительные машины не подключаются, схема комплекта примет вид, представленный на рис. 4.

Коэффициент технического использования такой системы можно определить по формуле

$$P_c = P_B P_{3_c} [1 - (1 - P_{T_1})(1 - P_{T_2})] P_{3_r} P_O. \quad (1)$$

Подставив значения коэффициентов технического использования каждой машины в формулу (1), получим для нерезервируемой системы

$$P = 0,85 \cdot 0,7 [1 - (1 - 0,8)(1 - 0,8)] \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 0,36.$$

Если же учесть, что запасы даже недостаточного объема служат резервом и при остановке ТС на одной операции они будут какое-то время продолжать работу на следующей, то формула (1) примет вид

$$P_c = [1 - (1 - P_B)(1 - P_{3_c})][1 - (1 - P_{T_1})(1 - P_{T_2})(1 - P_{3_c})][1 - (1 - P_O)(1 - P_{3_c})]P_{\Pi}. \quad (2)$$

Подставив значения коэффициентов технического использования отдельных элементов системы в формулу (2), получим коэффициент технического использования системы

$$P = [1 - (1 - 0,85)(1 - (0,1...0,7))][1 - (1 - 0,8)(1 - 0,8)(1 - (0,1...0,7))] \times \\ \times [1 - (1 - 0,9)(1 - (0,1...0,7))] \cdot 0,85 = 0,64...0,78.$$

Сравнивая значения коэффициентов для резервируемой и нерезервируемой систем, легко заметить, что первый в 2,3 раза выше. Даже при недостаточном объеме запасов он больше в 1,8 раза. Отсюда следует, что создание и поддержание запасов на определенном, рассчитанном для конкретных условий уровне за счет маневрирования численностью и (или) сменностью работы машин способствуют значительному повышению работоспособности технологической системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Амалицкий, В.В.* Монтаж и эксплуатация деревообрабатывающего оборудования [Текст]: учеб. для вузов / В.В. Амалицкий, Г.А. Комаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 400 с.

2. *Заикин, А.Н.* Технология лесозаготовок. Ч.1. Управление межоперационными запасами, расчет режимов работы машин и технико-экономических показателей [Текст]: учеб. пособие / А.Н. Заикин. – Брянск: БГИТА, 2001. – 80 с.

Поступила 12.02.09

A.N. Zaikin, E.A. Pamfilov

Bryansk State Engineering Technological Academy

On Influence of Interoperation Wood Stock on Efficiency of Logging Machines Set

Logging machines sets are viewed as production lines of mixed modularization with flexible connectors ensured by interoperation stocks. As a result the continuous operation of machines and equipment is achieved in related operations, the efficiency of the technological system increases.

Keywords: set of machines, flow lines, wood stocks, efficiency of technological systems.

В.В. Савельев, Ю.А. Ширнин

Марийский государственный технический университет

Савельев Валерий Владимирович родился в 1944 г., окончил в 1970 г. Марийский политехнический институт, доктор технических наук, профессор Марийского государственного технического университета. Имеет более 50 печатных работ в области проектирования лесовозных автомобильных дорог и автоматизированного проектирования лесотранспорта.

E-mail: lpf@marstu.net



Ширнин Юрий Александрович родился в 1946 г., окончил в 1973 г. Марийский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и оборудования лесопромышленных производств Марийского государственного технического университета. Имеет более 230 печатных работ в области технологии и оборудования лесопромышленных производств.

E-mail: yushirmin@rambler.ru

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ И ВЫВОЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ**

Рассмотрены технологические схемы сортиментной вывозки лесоматериалов, показатели экономической эффективности сравниваемых вариантов.

Ключевые слова: лесосека, сортименты, хлысты, автопоезд, лесоматериалы, заготовка, вывозка.

Сортиментная технология заготовки и вывозки лесоматериалов находит широкое применение за рубежом. В России доминирующей остается технология, основанная на заготовке и вывозке из лесосеки хлыстов и производстве сортиментов на нижних лесопромышленных складах лесозаготовительных предприятий.

Заготовка небольших объемов лесоматериалов на малых разрозненных лесосеках и при рубках промежуточного пользования приводит к незначительной концентрации хлыстов на погрузочных пунктах и неэффективному использованию самоходных лесопогрузочных машин и оборудования нижних складов.

Цель нашего исследования – рассмотреть возможность и эффективность использования в условиях лесозаготовительного предприятия Республики Марий Эл технологии заготовки и вывозки лесоматериалов в сортиментах взамен хлыстовой. Выбор наилучшего варианта позволит уменьшить себестоимость погрузочных, транспортных, разгрузочных и нижнескладских работ.

Теоретическое обоснование и постановка задачи. По данным 2005–2006 гг., в ОАО «Суслонгерский лесокombинат» количество лесосек с объемом заготовки 1000 м³ и более составляло 41, менее 200 м³ – 42 %. Технологическое оборудование на лесопромышленном складе использовалось неэффективно: челюстной погрузчик ПЛ-1 – на 50, установка РРУ-10 – на 56, башенный кран КБ-308 – на 21 %. Длина полухлыстов, перевозимых автопоездами «Урал-5557»+ТМЗ-802, составляла 15...17 м.

Структурная схема технологических процессов предприятия: *а* – действующий (базовый) вариант; *б* – проектируемые варианты



Существующий и проектируемые варианты технологического процесса (рис. *а*, *б*) сравнивали по эксплуатационным затратам, капитальным вложениям и приведенным затратам. Расчет выполняли для годового объема заготовки и вывозки лесоматериалов в виде хлыстов $Q_{\text{год}} = 19,821$ тыс.м³.

Технологический процесс лесосечных и нижнескладских работ по проектируемым вариантам принят с небольшими изменениями (рис. *б*). Хлысты раскряжевывали на сортименты на верхнем лесопромышленном складе. Затем производили подсортировку сортиментов и вывозку потребителю (первый проектируемый вариант) или вывозку сортиментов с последующей подсортировкой на нижнем лесопромышленном складе (второй проектируемый вариант).

В проектируемых вариантах рассмотрены следующие составы автопоездов на вывозке сортиментов: 1) «Урал-5557»+СЗАП-83571+СФ-65С; 2) «Урал-43204»+СЗАП-83571+СФ-65С; 3) звеньевая вывозка «Урал-5557»+ТМЗ-802+СФ-65С и «Урал-5557»+СЗАП-83571; 4) звеньевая вывозка «Урал-43204»+ТМЗ-802+СФ-65С и «Урал-43204»+СЗАП-83571.

Анализ результатов. Затраты по операциям для базового и проектируемых вариантов технологического процесса и технико-экономические показатели использования лесовозных автопоездов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Затраты по операциям для базового варианта технологического процесса

Операция	Сменная производительность, м ³ /см.	Трудовые затраты, чел.-дн.	Время работы, маш.-ч	Стоимость, р./ч	Затраты, тыс. р.
Лесосечные работы					
Валка деревьев	112	354	1414	64,90	91,77
Обрубка сучьев	23	862	6887	19,32	133,03
Трелевка хлыстов	53	748	2989	424,44	1262,67
Погрузка полухлыстов	200	99	792	460,20	364,5
Итого	–	–	–	–	1851,97
Вывозка полухлыстов	35	566	4528	942,82	4269,10
Нижнескладские работы					
Разгрузка	200	99	792	60,44	47,87
Раскряжевка	95	417	1667	23,89	39,82
Сортировка сортиментов	95	417	1667	67,71	112,87
Штабелевка сортиментов	244	245	649	410,45	266,38
Итого	–	–	–	–	466,94
Всего	–	–	–	–	6588,01

Примечание. Сменная производительность определена по ЕНиР при следующих показателях: средний объем хлыста 0,19 м³, средний диаметр 26 см, среднее расстояние трелевки 300 м. Расчеты выполнены по данным ОАО «Суслонгерский лесокombинат» в ценах 2006 г.

Таблица 2

5* Расчет технико-экономических показателей использования лесовозных автопоездов

Вариант использования лесовозных автопоездов	Объем работ, м ³	Производительность, м ³ /см.	Число отработанных машино-смен	Списочная численность оборудования, шт.	Общие затраты на вывозку лесоматериалов, тыс. р.
1	19 821	32,74	605	4	1509,24
2	19 821	32,21	615	4	2066,16
3а	8 914	25,04	356	2	682,92
3б	10 907	30,64	356	2	602,21
4а	8 868	24,63	360	2	954,63
4б	10 953	30,42	360	2	861,84

Примечание. Вариант 1 – погрузка, вывозка и выгрузка «Урал-5557»+СЗАП-83571+СФ-65С; 2 – погрузка, вывозка и выгрузка «Урал-43204»+СЗАП-83571+СФ-65С; 3 (звеньевая вывозка): а – погрузка, вывозка и выгрузка «Урал-5557»+ТМЗ-802+СФ-65С, б – вывозка «Урал-5557»+СЗАП-83571; 4 (звеньевая вывозка): а – погрузка, вывозка и выгрузка «Урал-43204»+ТМЗ-802+СФ-65С, б – вывозка «Урал-43204»+СЗАП-83571.

Таблица 3

Затраты по вариантам технологического процесса

Вариант технологического процесса	Вариант лесовозных автопоездов	Затраты по фазам работ, тыс. р.			
		Лесосечные	Транспортные	Нижне-складские	Общие

Базовый	–	1851,97	4269,10	466,94	6588,01
Проектируемые:					
первый	1	1809,60	1509,27	0	3318,87
	2	1809,60	2066,16	0	3875,76
	3	1809,60	1285,13	0	3094,73
	4	1809,60	1816,47	0	3626,07
второй	1	1612,25	1509,27	379,25	3500,77
	2	1612,25	2066,16	379,25	4057,66
	3	1612,25	1285,13	379,25	3276,63
	4	1612,25	1816,47	379,25	3807,97

Примечание. 1 – на вывозке «Урал-5557»+СЗАП-83571+СФ-65С; 2 – на вывозке «Урал-43204»+СЗАП-83571+СФ-65С; 3, 4 – звеньевая вывозка; в базовом варианте затраты на погрузку лесоматериалов включаются в затраты на лесосечные работы; в проектируемых вариантах в затраты на транспортные работы включены затраты на погрузку и разгрузку.

Результаты расчета затрат отдельно по каждой фазе работ для базового и проектируемых вариантов приведены в табл. 3. Из анализа данных таблицы видно, что общие затраты по предлагаемым вариантам составляют 47,0...61,6 % затрат базового.

Показатели экономической эффективности проектируемых вариантов технологических процессов приведены в табл. 4. Как видим, оба проектируемых варианта экономически выгоднее базового. Снижение затрат

произошло за счет уменьшения расходов на погрузку и вывозку сортиментов и нижнескладские работы. Экономически наиболее выгодным является первый вариант, обеспечивающий снижение удельных приведенных затрат соответственно на 22,8...50,1 и 3,5...5,3 % по сравнению с базовым и вторым проектируемым.

Из всех рассматриваемых наивыгоднейшим является вариант 3 (звеньевая вывозка «Урал-5557»+ТМЗ-802+СФ-65С и «Урал-5557»+СЗАП 83571). В первое время вывозка сортиментов может осуществляться автопоездами на базе автомобилей «Урал-5557». В дальнейшем возможно приобретение автомобилей «Урал-43204». При переходе к варианту 4 (звеньевая вывозка «Урал-43204»+ТМЗ-802+СФ-65С и «Урал-43204»+СЗАП 83571) или 2 («Урал-43204»+СЗАП-83571+СФ-65С) срок окупаемости составит соответственно 1,4 и 1,8 года.

Выводы

Результаты исследования показывают экономическую целесообразность перехода на технологический процесс заготовки и вывозки сортиментов вместо хлыстовой. При этом оборудование и способ заготовки на валке деревьев, обрубке сучьев и трелевке хлыстов не изменяются. Раскрывка хлыстов и сортировка сортиментов выполняются на лесосеке. Погрузка, вывозка и разгрузка могут осуществляться самозагружающимися автопоездами или лесотранспортными звеньями.

В этих условиях, наряду с разработкой и внедрением новых лесозаготовительных технологий и систем машин, необходимо создать программные комплексы, обеспечивающие технико-экономическое обоснование объема и технологии заготовки и вывозки лесоматериалов различной длины, целесообразного расстояния перевозки лесоматериалов автопоездами разной комплектации. Для решения данной задачи нами разрабатываются методики, математические модели, алгоритмы и компьютерные программы.

Поступила 03.02.09

V.V. Saveljev, Yu.A. Shirnin
Mari State Technical University

Justification of Logging Technology and Removal of Logs of Different Length

The technological schemes of cut-to-length logging technology and timber removal, cost efficiency indices of the compared options are considered.

Keywords: logging site, cut-to-length logs, tree-length logs, truck and trailer, timber, logging, removal.

Таблица 4

Показатели экономической эффективности

Показатели	Базо- вый вари- ант	Проектируемый вариант технологического процесса							
		первый				второй			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Годовой объем производства, тыс. м ³	19,821	19,821	19,821	19,821	19,821	19,821	19,821	19,821	19,821
Эксплуатационные затраты:									
общие, тыс. р.	6588,01	3318,87	3875,76	3094,73	3626,07	3500,77	4057,66	3276,63	3807,97
удельные, р./м ³	332,38	167,44	195,54	156,13	182,94	176,81	204,93	165,49	193,32
Удельные капитальные вложения, р./м ³	–	81,94	244,2	38,95	203,05	81,94	244,2	38,95	203,05
Удельные приведенные затраты, р./м ³	332,38	187,93	256,59	165,87	233,7	197,3	265,98	175,23	243,08
Прибыль за счет снижения эксплуата- ционных затрат при внедрении вы- бранного варианта, тыс. р.	–	3269,28	2712,31	3493,45	2962,05	3083,55	2526,19	3307,93	2756,31
Годовой экономический эффект, тыс. р.	–	2863,14	1502,23	3300,40	1955,94	2677,42	1316,11	3114,87	1770,02
Дополнительные капитальные вложения, тыс. р.	–	1624,13	4840,29	772,03	4024,65	1624,13	4840,29	772,03	4024,65
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	–	0,50	1,78	0,22	1,39	0,53	1,92	0,23	1,46

Примечание. 1 – 4 – варианты использования лесовозных автопоездов.



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 681.31 (075.8)

В.И. Малыгин¹, Л.В. Кремлева¹, В.Т. Харитonenko¹, И.Л. Вареников²

¹Филиал «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского университета

²ФГУП ПО «Севмаш»

Малыгин Владимир Иванович родился в 1952 г., окончил в 1979 г. Университет Дружбы народов им. П. Лумумбы, доктор технических наук, профессор, действительный член АИН РФ, проректор по научной работе филиала «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета. Имеет более 180 научных работ в области математического моделирования физических процессов при резании.

E-mail: rector@sevmashvtuz.edu.ru



Кремлева Людмила Викторовна родилась в 1967 г., окончила в 1989 г. Севмашвтуз, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой автоматизированных систем технической подготовки производства филиала «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета. Имеет около 50 научных работ в области математического моделирования физических процессов при резании и автоматизации проектирования средств технологического оснащения.

E-mail: rector@sevmashvtuz.edu.ru



Харитonenko Владимир Терентьевич родился в 1950 г., окончил в 1974 г. Московский инженерно-физический институт, кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского сектора филиала «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета. Имеет около 10 научных работ в области автоматизации и управления.

E-mail: rector@sevmashvtuz.edu.ru



Вареников Игорь Леонидович родился в 1959 г., окончил в 1984 г. филиал «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета. Возглавляет конструкторско-технологический отдел деревообрабатывающего модельного производства ФГУП ПО «Севмаш». Область научных интересов – комплексная автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства, организация и управление технологическими процессами и производствами.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ МОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ

Предложен концептуальный подход к построению САПР технической подготовки (ТП) модельных комплектов. Приведена функциональная модель САПР ТП на базе разработанного иерархического классификатора типовых модельных заготовок.

Ключевые слова: САПР, модельный комплект, технологический процесс, функциональная модель САПР, классификация, классификационный код.

Любая проектно-конструкторская деятельность сопровождается принятием проектных решений, базирующихся на знаниях и опыте специалистов. Проектно-конструкторская информация включает проектную документацию, промежуточные проектные решения, а также документацию для последующих этапов разработки технологий. Информационная конструкторско-технологическая модель создаваемого изделия должна обеспечивать обмен данными между конструкторами, технологами и организаторами производства. Частичной автоматизацией интеллектуальных и информационных процессов при технической подготовке производства практически невозможно добиться существенного снижения затрат на его организацию. Комплексная автоматизация предполагает идентификацию и реализацию информационных связей между формализованными описаниями геометрической структуры объекта (конструкторская модель) и последовательности синтеза этой структуры (технологическая модель).

Под технологическим проектированием понимают последовательный процесс принятия решений по отдельным частным технологическим задачам. Причем по каждой задаче (за исключением задач расчетного характера) решение принимают из известных типовых решений с учетом комплекса условий и ограничений. Формализация типовых решений является основой автоматизации технологической подготовки производства. По уровню задач типовые решения подразделяют на две группы [1–4]: локальные и полные. Локальные типовые решения определяют элемент технологического процесса (ТП), полные охватывают весь круг решаемых задач. Примером полного типового решения является технологический процесс, представляющий собой набор описаний технологических операций, достаточный для изготовления группы изделий с общими конструктивно-технологическими признаками. В соответствии с приведенным разделением типовых решений существует два альтернативных подхода к автоматизации технологического проектирования: метод анализа и метод синтеза. Для формирования конкретного ТП методом анализа из типового ТП исключаются те операции, которые не будут использованы для изготовления конкретного изделия группы. Метод синтеза предполагает сборку (синтез) ТП из локальных типовых решений.

Из теории и практики технологической подготовки машиностроительных производств хорошо известно, что тип производства определяет основные принципы автоматизации его подготовки к выпуску новой продукции. Так, массовые крупносерийные и частично среднесерийные используют маршрутно-операционное (детальное) описание ТП. В основе автоматизации технологической подготовки лежат типовые и групповые ТП и алгоритмы их доработки для создания операционного описания технологии изготовления конкретной детали (с учетом ее индивидуальных особенностей) с полным техническим нормированием производства. Как правило, используется метод анализа [3]. Основой указанного подхода является высокий уровень унификации изделий, на основании которого строятся конструкторско-технологические классификаторы (группы).

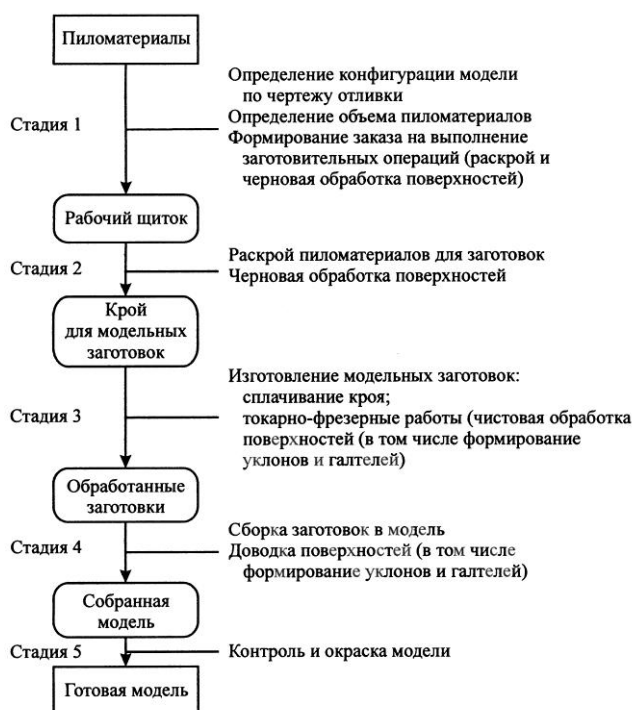


Рис. 1. Основные технологические стадии изготовления i -го элемента модельного комплекта

Анализ номенклатуры деревянных модельных комплектов, выпускаемых на деревообрабатывающем производстве ФГУП ПО «Севмаш», показал, что широкая вариативность геометрической формы и размеров изготавливаемых изделий сопровождается малым уровнем унификации и типизации при их малой серийности.

В этих условиях использование типовых технологических процессов в качестве базы САПР ТП нерационально, так как необходимо разрабатывать большое число типовых процессов; велика доля изделий, не попадающих ни в одну из ранее разработанных групп.

Базой САПР ТП должны быть типовые элементы ТП, а методически система должна базироваться на методе синтеза.

Наиболее важные задачи технологического проектирования для модельного производства: определение объема работ и материалов для запускаемых в производство изделий; упорядочение этих работ в пространстве и во времени, т. е. распределение по их операциям и подразделениям. Если решение первой задачи связано в основном с планированием производства, то вторая служит основой для решения вопросов организации производства и планирования работ его подразделений (участков).

Несмотря на разнообразие выпускаемых модельных комплектов, технологический процесс изготовления его отдельных элементов может быть разбит на отдельные стадии, последовательность и обобщенное содержание которых представлено на рис. 1.

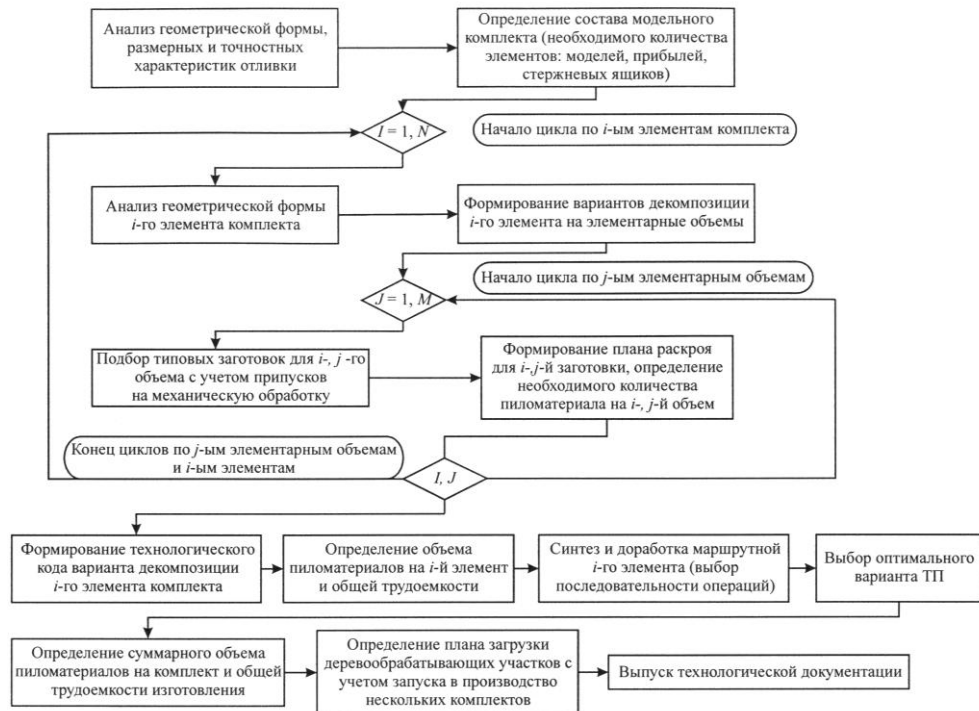


Рис. 2. Функциональная схема САПР маршрутных технологий элементов модельного комплекта

Основанием для декомпозиции ТП на отдельные стадии является организационная структура модельного цеха, основанная на специализации технологического оборудования по участкам с учетом поточного принципа движения сырья и материалов при превращении их в готовое изделие. Мелкосерийность модельного производства обуславливает необходимость применения метода сборки (синтеза) ТП с последующей доработкой индивидуального ТП. Указанный подход представлен в виде функциональной схемы САПР маршрутных технологических процессов деревянных модельных комплектов на рис. 2. В основе функциональной модели САПР лежит представление элемента модельного комплекта как совокупности объемов типовых заготовок, подвергаемых формообразованию до или после сборки в единую модель. При этом следует отметить, что в представленной функциональной схеме блок, связанный с анализом и декомпозицией i -го элемента комплекта на j -е заготовки, не имеет формального решения и предполагает наличие нескольких вариантов разбиения, выбираемых модельным технологом на основе знаний и опыта.

Приведенная на рис. 2 функциональная схема реализует принципы вариантного проектирования и оптимизации принимаемых решений. В качестве критерия оптимизации выбран аддитивный критерий

$$\sum T_i + \sum V_i \rightarrow \min,$$



Рис. 3. Иерархический классификатор заготовок для моделей и прибылей

где ΣT_i – суммарная трудоемкость изготовления комплекта;

ΣV_i – суммарный объем модельной древесины (пиломатериалов), необходимый для изготовления модели.

Формализация указанного подхода возможна на основе разработки классификатора и соответствующей системы кодирования заготовок модельного производства, для чего был проведен анализ размерно-конструктивных характеристик элементов модельных комплектов для 50 отливок, изготовленных в модельном цехе ФГУП ПО «Севмаш».

В качестве примера на рис. 3 приведен иерархический классификатор заготовок моделей и прибылей, используемых на производстве, на рис. 4 – структура классификационного кода.

Классификационный код заготовки полностью определяет ее конструкцию, т.е. конструктивную схему сплачивания досок в заготовки (долевой массив, переклейка, клепка, соединение рамкой и др.).



Рис. 4. Структура классификационного кода модельных заготовок

Поскольку декомпозированный элемент комплекта представляет собой совокупность элементарных объемов, соответствующих унифицированным заготовкам, фасетный конструкторско-технологический код элемента имеет переменную длину и отражает вариант декомпозиции i -го элемента комплекта:

$$КЭ_i = \{ K_j \},$$

где $КЭ_i$ – фасетный код элемента модельного комплекта;

i – элемент модельного комплекта, $i \in \{ \text{модель, прибыль, стержневой ящик, подмодельная плита, поддон} \}$;

K_j – классификационный код заготовки.

Каждому классификационному коду j -й заготовки можно поставить в соответствие типовой технологический процесс $ТП_j$ ее изготовления:

$$K_j \rightarrow ТП_j = \{ M_j (\text{маршрутная технология}); V_j (\text{объем пиломатериалов}); T_j (\text{производственная трудоемкость изготовления}) \}.$$

Состав технологического процесса $ТП_i$ изготовления элемента модельного комплекта будет иметь следующий вид:

$$ТП_i = \{ \{ ТП_j \}; ТПС (\text{технология сборки и доводки}); Т (\text{трудоемкость сборки и доводки}) \}.$$

Синтезированный состав $ТП_i$ на основе разработанных алгоритмов определяет основные затраты (объем пиломатериалов и трудоемкость) на производство i -го элемента и модельного комплекта в целом (объемы работ) и служит исходными данными для упорядочивания работ с учетом запуска в производство нескольких изделий.

Вышеописанный подход к построению САПР ТП изделий деревообрабатывающего модельного производства позволяет на основе вариантного проектирования осуществлять выбор оптимального варианта ТП с минимизацией материальных и трудовых затрат и является информационной основой планирования производства при реализации заданной программы выпуска модельных комплектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клебанер, В.Я. Экономика и организация модельного производства [Текст] / В.Я. Клебанер. – Л.: Машиностроение, 1968. – 160 с.
2. Корчак, С.Н. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов [Текст] / С.Н. Корчак, А.А. Кошин, А.Г. Ракович. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.
3. Митрофанов, С.П. Групповая технология машиностроительного производства [Текст] / С.П. Митрофанов. – Т.1. – М.: Машиностроение, 1983. – 407 с.
4. Типовой технологический процесс изготовления деревянных модельных комплектов для литейного производства [Текст]: производственное издание / ФГУП ПО «Севмаш».

Поступила 20.10.09

V.I. Malygin¹, L.V. Kremleva¹, V.T. Kharitonenko¹, I.L. Varenikov²

¹⁾ «Sevmashvtuz», branch of Saint-Petersburg State Marine University

²⁾ Federal State Unitary Enterprise «Sevmashv»

Functional Model of CAD Engineering Processes for Manufacturing Wooden Prototyping Kits

The conceptual approach to CAD building (process engineering) of prototyping kits is suggested. The functional model of process CAD EP based on the elaborated hierarchical classificatory of typical model workpieces is provided.

Keywords: CAD, prototyping kit, engineering process, functional model of CAD, classification, classification code.

УДК 674.02

Ю.А. Ширнин, К.П. Рукомойников, В.П. Виноградов

Марийский государственный технический университет

Рукомойников Константин Павлович родился в 1977 г., окончил в 2000 г. Марийский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования лесопромышленных производств МарГТУ. Имеет около 60 печатных работ в области технологии и оборудования лесопромышленных производств.

E-mail: kirsanov@marstu.mari.ru



Виноградов Петр Николаевич родился в 1985 г., окончил в 2007 г. Марийский государственный технический университет, магистрант МарГТУ. Область научных интересов – технология и оборудование лесопромышленных производств.

E-mail: kirsanov@marstu.mari.ru



РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПРОДОЛЬНОЙ РАСПИЛОВКИ СОРТИМЕНТОВ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

На основе математической модели выведена формула часовой производительности, где отдельные элементы времени получены в ходе эксперимента; представлены блок-схемы информационно-логической и математической моделей.

Ключевые слова: продольная распиловка, станок, сортименты, пиломатериалы, математическая модель, информационно-логическая модель.

Общие тенденции государственной политики в области переработки круглого леса направлены на то, чтобы лесопиление и деревообработка стали более выгодными, чем заготовка и продажа круглого леса. Для переработки пиловочника в качественный и востребованный продукт необходимо обеспечить максимальный выход продукции при минимальной себестоимости, уменьшить количество отходов.

Поэтому вопрос выбора оборудования актуален. На основании анализа рынка лесопильного оборудования с учетом соотношения «цена/качество/эффективность» авторами статьи предложен вариант нового способа и станок для продольной распиловки лесоматериалов (рис.1) [4], подтвержденный патентом на изобретение РФ № 2365490 [3]. Аналогом реализации данного способа является разработанный ранее способ, отмеченный в патенте № 2270089 [2].

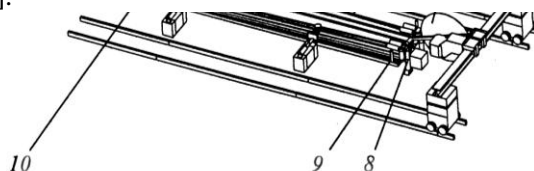


Рис. 1. Станок для продольной распиловки сортиментов: 1, 7 – дисковая пила; 2 – двоянный подающий транспортер; 3 – пыльные механизмы, 4 – центральная планка; 5, 6 – центральные и боковые толкающие устройства; 8 – вершинный зажим; 9 – вертикальные упоры; 10 – двоянный приемный транспортер

Цель проведенного исследования – разработать математическую модель функционирования нового станка, позволяющего увеличить выход готовой продукции и уменьшить объемы отходов производства.

На рис. 2 представлена блок-схема информационно-логической модели функционирования предлагаемого станка, работающего по новому способу, а на рис. 3 – блок-схема математической модели его работы.

Новый способ предусматривает выполнение следующих дополнительных операций: разделение лесоматериала на два сегмента, поперечное перемещение необрезных пиломатериалов в целях совмещения их кромок для получения максимального выхода пилопродукции и др. Перечисленные особенности станка вызывают необходимость пересмотра ранее известных математических зависимостей для расчета производительности станков продольной распиловки [1].

На основе математической модели выведена формула для определения часовой производительности (Π , м³/с), а далее приведен пример расчета с использованием теоретических данных:

$$\Pi = \frac{3600V}{T},$$

где

$$T = \frac{H_1 + L}{U_1} + H_2/U_2 + \frac{(b_1 - d_{\text{ср.}})}{2U_{\text{цен}}} + \frac{(L_{\text{тр1}} - l_{\text{сop}})}{2U_{\text{тр1}}} +$$

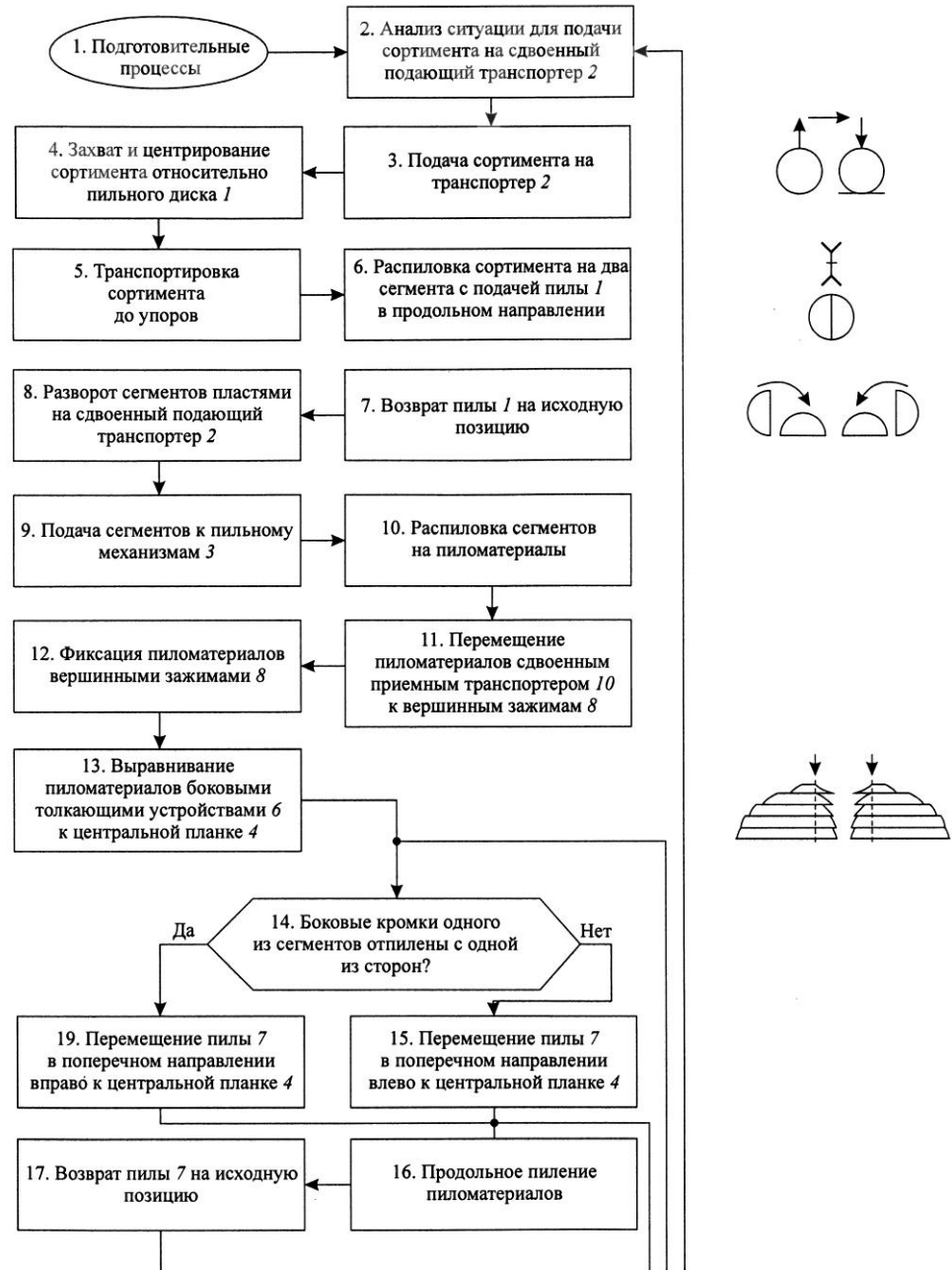
$$+ l_{\text{сop.}}/U_{\text{рез.пр.}} + l_{\text{сop.}}/U_{\text{пер.хол.}} + \frac{d_{\text{ср.}}}{2U_{\text{раз}}} + \frac{L_{\text{тр2}}}{U_{\text{тр2}}} + \frac{l_{\text{сop.}}}{U_{\text{рас.п.}}} +$$

$$+ \frac{l_{\text{вер.3}} + h - r}{U_{\text{вер.3}}} + \frac{2b_2}{U_{\text{б.т.}}} + \frac{l_{\text{пер.1}} + l_{\text{пер.2}} + l_{\text{пер.3}} + l_{\text{пер.4}}}{U_{\text{пер.поп}}} + \frac{4l_{\text{сop.}}}{U_{\text{об.х}}} +$$

$$+ \frac{4l_{\text{сop.}}}{U_{\text{пр.п.}}} + \frac{2b_2}{U_{\text{ц.т.}}} + \frac{0,78l_{\text{вер.3}}}{U_{\text{вер.3}}} + \frac{l_{\text{сop.}}}{U_{\text{тр.3}}}.$$

В формулах приняты следующие обозначения: b_1, b_2 – ширина сдвоенного подающего и приемного транспортера, $b_1 = b_2 = 0,5$ м; $d_{\text{ср.}}, l_{\text{сop.}}, r$ – диаметр, длина и радиус сортимента, $d = 0,5$ м; $l_{\text{сop.}} = 6,0$ м; $r = 0,25$ м; h – высота вершинного зажима относительно сдвоенного приемного транспортера, $h = 0,4$ м; $t_{\text{п.сop}}$ – время укладки сортимента на сдвоенный подающий транспортер, с; H_1, U_1 – высота и скорость подъема сортимента краном, $H_1 = 2,0$ м; $U_1 = 0,5$ м/с; L – расстояние перемещения сортимента над станком при его укладке на сдвоенный подающий транспортер, $L = 1,0$ м; H_2, U_2 – высота и скорость опускания сортимента на сдвоенный подающий транспортер, $H_2 = 1,0$ м; $U_2 = 0,6$ м/с; $t_{\text{тр}}$ – время транспортировки сортиментов до упоров, с; $U_{\text{тр1}}$ – скорость сдвоенного подающего транспортера, $U_{\text{тр1}} = 0,5$ м/с; $t_{\text{цен}}, U_{\text{цен}}$ – время, с, и скорость захвата, центрирования сортимента относительно пильного диска, $U_{\text{цен}} = 0,5$ м/с; $t_{\text{рез.пр}}, U_{\text{рез.пр}}$ – время, с, и скорость распиловки сортимента на два сегмента с подачей пилы в продольном направлении, $U_{\text{рез.пр}}$

$= 0,8$ м/с; $t_{\text{пер.х}}$, $U_{\text{пер.х}}$ – время, с, и скорость перемещения пилы в исходное положение в продольном направлении, $U_{\text{пер.х}} = 1,0$ м/с; $t_{\text{раз}}$, $U_{\text{раз}}$ – время, с, и скорость разворота сегментов пластинами на транспортер, $U_{\text{раз}} = 0,4$ м/с; $t_{\text{п.л}}$, $U_{\text{п.л}}$ – время, с, и скорость подачи сегментов на ленточные пилы, $U_{\text{п.л}} = 0,5$ м/с; $t_{\text{рас.п}}$, $U_{\text{рас.п}}$ – время, с, и скорость распиловки сегментов на пиломатериалы, $U_{\text{рас.п}} = 0,5$ м/с; $t_{\text{п.в}}$ – время перемещения пиломатериалов сдвоенным приемным транспортером к вершинным зажимам, с; $U_{\text{тр1}}$, $L_{\text{тр1}}$, $U_{\text{тр3}}$, $L_{\text{тр3}}$, $U_{\text{тр2}}$, $L_{\text{тр2}}$ – скорость и длина соответственно сдвоенных подающего и приемного транспортеров, а также приемного транспортера, $U_{\text{тр1}} = 0,3$ м/с; $L_{\text{тр1}} = 8,0$ м; $U_{\text{тр3}} = 0,5$ м/с; $L_{\text{тр3}} = 8,0$ м/с; $U_{\text{тр2}} = 0,5$ м/с; $L_{\text{тр2}} = 2,0$ м; $t_{\text{ф}}$ – время фиксации пиломатериалов вершинными зажимами, с; $t_{\text{б.т}}$, $U_{\text{б.т}}$ – время, с, и скорость выравнивания пиломатериалов боковыми толкающими устройствами к центральной планке, $U_{\text{б.т}} = 0,6$ м/с; $t_{\text{пер1}}$, $l_{\text{пер1}}$ и $t_{\text{пер2}}$, $l_{\text{пер2}}$ – время, с, и расстояние перемещения дисковой пилы в поперечном направлении соответственно влево и вправо к центральной планке, $l_{\text{пер1}} = 1,0$ м; $l_{\text{пер2}} = 0,8$ м;



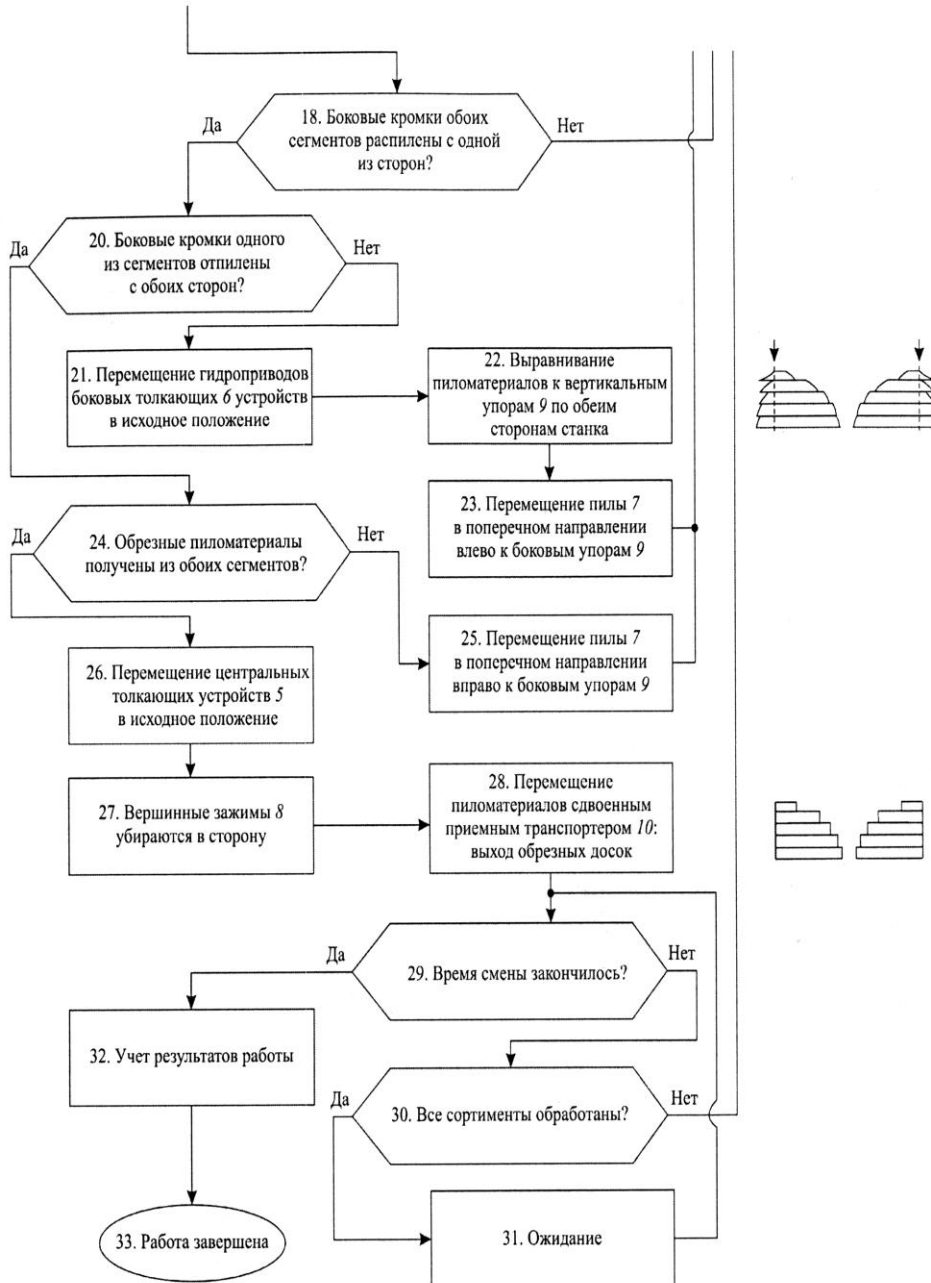
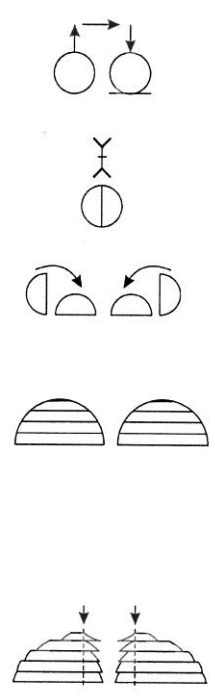
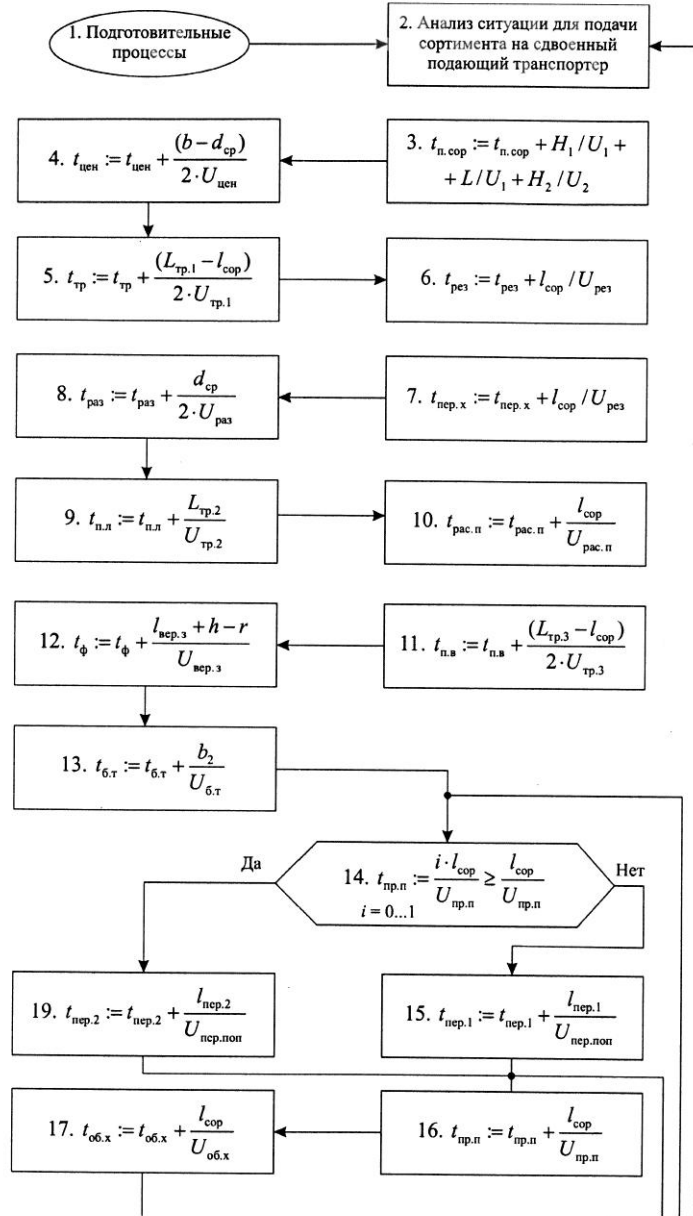


Рис. 2. Блок-схема информационно-логической модели



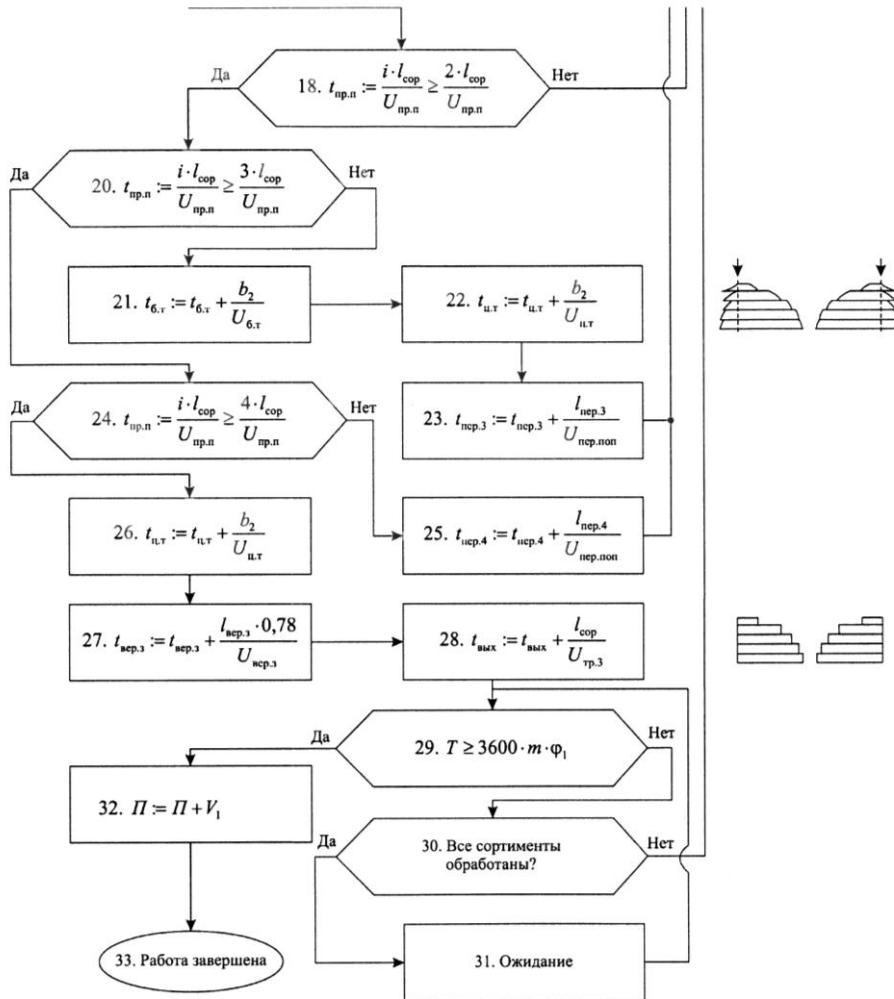


Рис. 3. Блок-схема математической модели станка

$t_{пр.л}$, $U_{пр.л}$ – время, с, и скорость продольного пиления пиломатериала, $U_{пр.л} = 0,8$ м/с; $t_{об.х}$, $U_{об.х}$ – время, с, и скорость возврата дисковой пилы на исходную позицию, $U_{об.х} = 1,0$ м/с; $t_{ц.т}$, $U_{ц.т}$ – время, с, и скорость выравнивания пиломатериалов к вертикальным упорам по обеим сторонам станка, $U_{ц.т} = 0,4$ м/с; $t_{пер.3}$, $l_{пер.3}$ и $t_{пер.4}$, $l_{пер.4}$ – время, с, и расстояние перемещения дисковой пилы в поперечном направлении соответственно влево и вправо к боковым упорам, $l_{пер.3} = 0,45$ м; $l_{пер.4} = 0,5$ м; $U_{пер.поп}$ – скорость перемещения дисковой пилы в поперечном направлении, $U_{пер.поп} = 0,4$ м/с; $t_{вер.3}$, $U_{вер.3}$, $l_{вер.3}$ – время перемещения, с, и скорость и длина вершинного зажима, $U_{вер.3} = 1,0$ м/с; $l_{вер.3} = 3,0$ м; $t_{вых}$ – время перемещения пиломатериалов двойным приемным транспортом, с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Залегаллер, Б.Г.* Технология и оборудование лесных складов [Текст]: учеб. для вузов / Б.Г. Залегаллер, П.В. Ласточкин, С.П. Бойков. – 3-е. изд., испр. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 352 с.
2. Пат. 2270089 РФ, МКИ В27В 5/00, 7/02. Способ продольной распиловки сортиментов и станок для его осуществления [Текст] / К.П. Рукомойников, Г.Н. Иванов, К.П. Сушенцов. – № 2004116602/03; приоритет от 31.05.2004; опубл. 20.02.06, Бюл. № 5. – 12 с.
3. Пат. 2365490 РФ, МКИ В27В 5/00. Способ продольной распиловки сортиментов и станок для его осуществления [Текст] / К.П. Рукомойников, П.Н. Виноградов, С.М. Капитонов, А.В. Христофоров. – № 2004116602/03; приоритет от 26.02.2008; опубл. 27.08.09, Бюл. № 24. – 14 с.
4. *Рукомойников, К.П.* Способ продольной распиловки сортиментов и станок для его осуществления [Текст] / К. П. Рукомойников, П.Н. Виноградов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2008. – № 6(11). – С. 55–58.

Поступила 03.02.09

Yu.A. Shirnin, K.P. Rukomoinikov, P.N. Vinogradov
Mari State Technical University

Development of Assortments Length Cutting and Mathematical Models of its Realization

The hourly efficiency formula is derived based on the mathematical model where separate time elements are obtained in the course of experiment; the flow charts of information-logical and mathematical models are presented.

Keywords: length cutting, machine, assortments, sawn timber, mathematical model, information-logical model.

УДК 674.093

А.Е. Алексеев¹, О.И. Бедердинова²

¹Архангельский государственный технический университет

²Филиал «Севмашвуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета

Алексеев Александр Евгеньевич родился в 1958 г., окончил в 1980 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры технологии конструкционных материалов и машиностроения Архангельского государственного технического университета. Имеет более 200 научных трудов в области лесопиления.

Тел.: (8182) 21-89-91



Бедердинова Оксана Ивановна родилась в 1968 г., окончила в 1991 г. Ленинградский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем технической подготовки производства филиала «Севмашвуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета. Имеет 20 научных работ в области лесопиления.

E-mail: liuger@atnet.ru.



АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Обосновано создание диспозитивных информационных логических систем для реализации функций управления складами сырья; дано описание модели реляционной базы данных и приведена схема модели концептуальной базы данных на уровне определений.

Ключевые слова: управление складами лесоматериалов, технология, оборудование, концептуальная модель, база данных, логистический подход, материальные потоки.

Склады пиловочного сырья и пилопродукции лесопильного предприятия являются важными производственными участками: первые предназначены для приемки, хранения и подготовки к распиловке круглых лесоматериалов, вторые – для учета, хранения, сортирования, маркирования транспортных пакетов, формирования пакетных штабелей пиломатериалов, упаковывания, комплектования грузовых партий пиломатериалов и отгрузки пакетированной пилопродукции потребителю.

Главные задачи складского хозяйства лесопильного предприятия:

1. Хранение запасов сырья без снижения его качества в периоды между поставками и накоплением оперативных запасов, необходимых для планирования раскроя.

2. Бесперебойное обеспечение пиловочным сырьем лесопильного цеха.

3. Обеспечение поставок сырья определенных размерных групп в объемах, необходимых для выпилки пиломатериалов.

4. Подготовка пиловочного сырья (окорка, оцилиндровка, гидротермообработка) для обеспечения эффективной работы оборудования и получения продукции лучшего качества.

5. Хранение при обеспечении сохранности качества пилопродукции и вторичного сырья.

6. Подготовка грузовых партий пилопродукции и вторичного сырья в соответствии с заказами потребителей.

В условиях неопределенности рыночной конъюнктуры для рационального использования систем машин и рабочей силы, наряду с совершенствованием складских процессов, необходимо осуществление комплексного учета материальных потоков круглых лесоматериалов, пилопродукции и вторичного сырья. Эффективность функционирования складов и лесопильного предприятия в целом существенно зависит от организации движения материальных потоков и правильности принятия решений по их управлению. Поэтому деятельность как складского хозяйства, так и самого предприятия должна рассматриваться с учетом логистических процессов. Основная задача складской логистики – предоставление своевременной и полной информации об изменении запасов материальных потоков лесоматериалов. Для эффективного управления их движением необходимо создание информационных логистических систем на базе ЭВМ. Принципы построения систем должны заключаться в иерархии подчиненности задач, агрегированности данных за счет учета запросов на разных уровнях, конфиденциальности данных, адаптивности к изменяющимся запросам, согласованности, информационном единстве и др.

Цель наших исследований – разработать структуру реляционной базы данных для хранения, обновления, обработки и передачи информации о материальных потоках пиловочного сырья, пилопродукции и вторичного сырья.

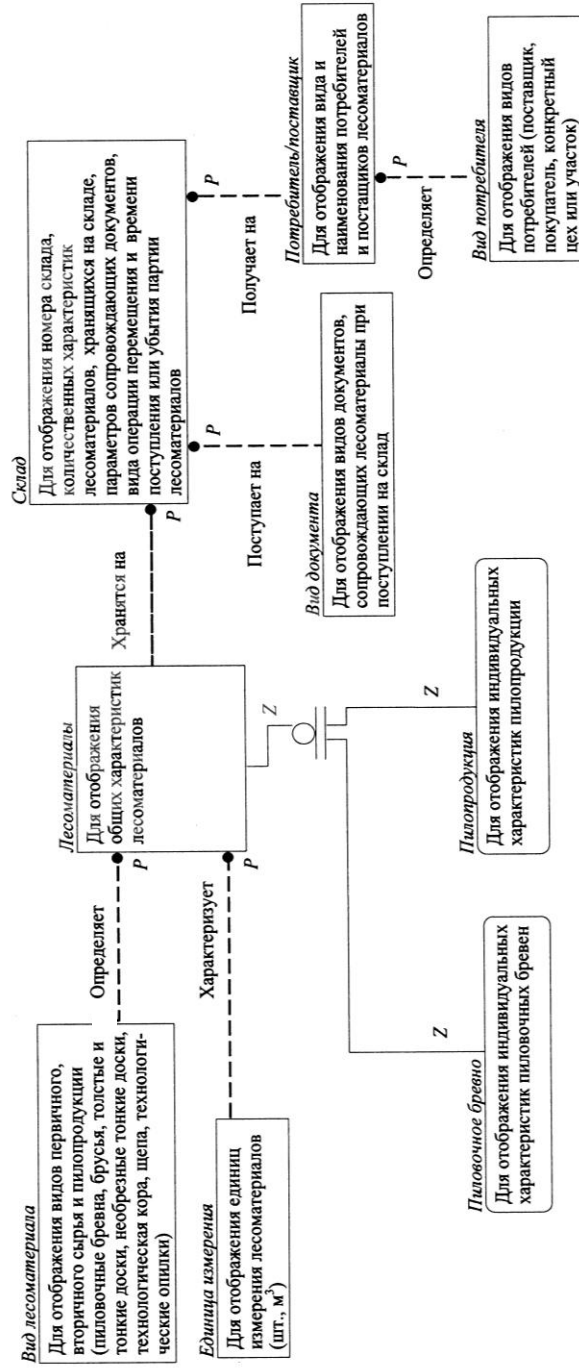
В результате проведенного анализа определены основные задачи складов пиловочного сырья и пилопродукции с учетом логистического подхода: обеспечение точного и своевременного учета круглых лесоматериалов, пиломатериалов и вторичного сырья и осуществление оперативного контроля.

Таким образом, на уровне управления складами необходимо создавать диспозитивные информационные логистические системы для реализации следующих функций: учет поставок и управление запасами пиловочного сырья, получаемой пилопродукции и вторичного сырья; формирование грузов и учет отправляемых партий пилопродукции и вторичного сырья по заказам; создание документооборота.

В связи с большим объемом перерабатываемой информации (номенклатура лесоматериалов, поставщиков, потребителей и документации) и динамичности воздействующих факторов важную роль в логистических складских системах лесопильных предприятий играют хранилища информационных потоков, реализованные с помощью современных информационных технологий.

На основе анализа материальных и информационных потоков складских участков пиловочного сырья, пилопродукции и вторичного сырья лесопильного производства была спроектирована логическая модель реляционной базы данных в соответствии с нотацией IDEF1X в CASE-средстве ERWin. Концептуальная модель базы данных «Склад» приведена на рисунке.

Основной сущностью является «Склад». В качестве справочных сущностей определены сущности «Лесоматериалы», «Вид лесоматериала», «Единица измерения», «Вид документа», «Потребитель/поставщик», «Вид потребителя». Созданные справочные сущности «Вид лесоматериала», «Единица измерения» связаны обязательными неидентифицирующими отношениями мощностью один ко многим (P) с сущностью «Лесоматериалы», а сущности «Лесоматериалы», «Вид документа», «Потребитель/поставщик» – с сущностью «Склад», сущность «Вид потребителя» – с сущностью «Потребитель/поставщик».



Логическая модель базы данных «Склад» на уровне определений

Для хранения индивидуальных характеристик пиловочного сырья и пилопродукции определены две зависимые дочерние сущности «Пиловочное сырье» и «Пилопродукция», которые связаны с родительской сущностью «Лесоматериалы», содержащей общие характеристики лесоматериалов, категориальной связью мощностью нуль к одному (Z). Для каждой сущности определены соответствующие атрибуты и первичные ключи.

Спроектированная база данных может быть сгенерирована встроенными внутренними механизмами CASE-средства ERWin в локальную или сетевую физическую модель базы данных в зависимости от технологии разработки программного обеспечения (локальное или клиент – серверное приложение).

Приведенная структура реляционной базы данных «Склад» позволит осуществлять хранение, обновление, обработку и передачу данных о материальных потоках пиловочного сырья, пилопродукции и вторичного сырья, хранящихся на складах лесопильного производства, сопровождающих документах, поставщиках и потребителях лесоматериалов. База данных может быть использована в логистической складской системе лесопильного предприятия, что приведет к повышению эффективности функционирования предприятий за счет оперативного управления информацией, т. е. увеличения скорости обмена информацией между подразделениями производства, поставщиками и потребителями лесоматериалов, а также сокращения ошибок учета материальных потоков и времени на формирование документооборота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Николайчук, В.Е.* Транспортно-складская логистика. – М.: ИТК «Дашков и К^о», 2006. – 452 с.
2. Справочник по лесопилению / Ю.А. Варфоломеев [и др.]; под ред. А.М. Копейкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экология, 1991. – 496 с.

Поступила 07.10.08

A.E. Alekseev¹, O.I. Bederdinova²

¹ Arkhangelsk State Technical University

² Branch of Saint-Petersburg State Marine Technical University «Sevmashvtuz»

Analysis of Sawmill Store Processes Based on Logistic Approach

The creation of disposition information logistic systems for realization of management functions for raw material storage area is substantiated.

Keywords: management of wood products storages, technology, equipment, conceptual model, data base, logistic approach, flows of materials.

УДК 624.074

В.И. Коробко, А.В. Турков

Орловский государственный технический университет

Коробко Виктор Иванович родился в 1940 г., окончил в 1963 г. Хабаровский политехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры строительных конструкций и материалов Орловского государственного технического университета. Имеет около 300 печатных работ в области строительной механики и строительных конструкций.



Тел.: (4862) 73-15-10

Турков Андрей Викторович родился в 1957 г., окончил в 1980 г. Таджикский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций и материалов Орловского государственного технического университета. Имеет более 70 печатных работ в области строительных конструкций.

E-mail: antur@orel.ru



СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТЫКА СОСТАВНОЙ БАЛКИ

Построены графики изменения прогибов и собственных частот однопролетных двухшарнирных балок с укрупнительным упругоподатливым стыком в середине пролета; по экспериментальным значениям прогибов и частот колебаний определена фактическая изгибная жесткость стыка.

Ключевые слова: составная балка, укрупнительный стык, податливость соединений, прогиб, частота колебаний, изгибная жесткость.

При укрупнительной сборке составных деревянных балок стремятся, чтобы изгибная жесткость укрупнительного (монтажного) стыка была не ниже изгибной жесткости основного сечения. Поскольку стыковое соединение обладает существенной податливостью при нагружении, то снижается основная (или первая резонансная) частота собственных колебаний балки ω в ненагруженном состоянии и увеличивается максимальный прогиб W_0 под действием заданной равномерно распределенной нагрузки q . Таким образом, податливостью жестких узлов пренебрегать нельзя.

Целью настоящего исследования является экспериментально-теоретическое определение изгибной жесткости стыкового соединения.

Величину максимального прогиба от действия некоторой равномерно распределенной нагрузки находят экспериментально, а по ней, зная изгибную жесткость основного сечения балки и ее граничные условия, с помощью метода конечных элементов определяют изгибную жесткость укрупнительного стыка, используя способ последовательных итераций. Длину конечного элемента следует принимать равной или кратной длине укрупнительного стыка балки.

Кроме того, изгибную жесткость укрупнительного стыка можно определить по экспериментально найденной основной (или первой резонансной) частоте колебаний.

Предлагаемый способ обладает рядом недостатков: он является достаточно трудоемким; требует знания величины изгибной жесткости основного сечения балки и ее действительных граничных условий. Два последних недостатка весьма существенны, поскольку для конструкций, стоящих непосредственно в сооружении, в некоторых случаях указать действительные граничные условия и изгибную жесткость основного сечения балки невозможно.

Максимальный прогиб и основная частота колебаний составных балок функционально зависят от изгибной жесткости стыка $(EI)_c$ или от отношения изгибных жесткостей стыка и основного сечения балки $(EI)_c/(EI)_б$.
Результаты теоретического расчета деревянных балок с переменной изгибной жесткостью вертикального укрупнительного стыка в середине пролета

Жесткость стыка $(EI)_c$, кН·м ²	Отношение $k=(EI)_c/(EI)_б$	Основная частота колебаний ω_0 , с ⁻¹	Максимальный прогиб W_0 , мм	k по формуле (1)	Разница, %	k по формуле (2)	Разница, %
140	1,000	241,7	0,544	0,999	0,10	1,00	0,00
100	0,714	239,8	0,554	0,716	0,28	0,717	0,42
80	0,571	238,1	0,563	0,571	0,00	0,569	0,35
60	0,429	235,5	0,578	0,426	0,70	0,429	0,00
40	0,286	230,5	0,607	0,286	0,00	0,287	0,35
20	0,143	217,3	0,695	0,143	0,00	0,144	0,49
10	0,071	196,4	0,871	0,072	1,41	0,72	1,41
8	0,057	187,9	0,958	0,058	1,75	0,057	1,75
6	0,043	176,0	1,105	0,043	0,00	0,043	0,00
4	0,029	157,6	1,398	0,029	0,00	0,029	0,00
2	0,014	124,8	2,277	0,014	0,00	0,014	0,00
1	0,007	94,5	4,035	0,007	0,00	0,007	0,00

Поэтому, построив на основании испытаний эталонных балок аналитические зависимости «максимальный прогиб – отношение $(EI)_c/(EI)_б$ », можно по величине максимального прогиба конкретной балки с неопределенными граничными условиями, стоящей в сооружении, найти изгибную жесткость укрупнительного стыка.

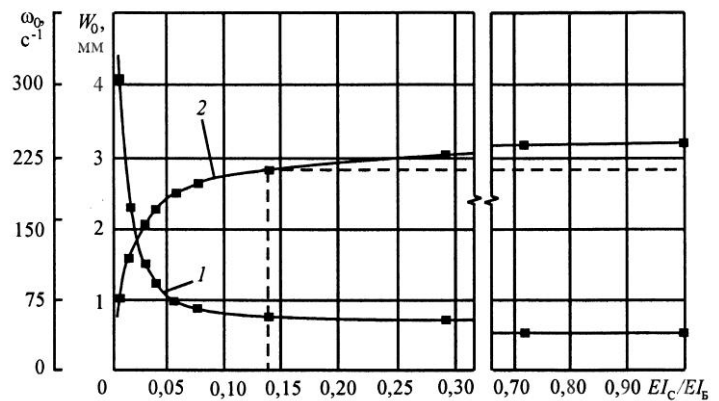
Аналогично это можно осуществить и по основной частоте колебаний, если построить на основании испытаний эталонных балок аналитическую зависимость «основная частота колебаний – $(EI)_c/(EI)_б$ ».

Поэтому для реализации предлагаемого способа определения изгибной жесткости укрупнительного стыка составных балок необходимо экспериментально построить зависимости $W_0 - (EI)_c/(EI)_б$ и $\omega_0 - (EI)_c/(EI)_б$ в широком диапазоне изменения отношения изгибных жесткостей стыка и основного сечения балки*.

* Пат. 2306547 РФ. Способ определения изгибной жесткости укрупнительного стыка однопролетных составных балок постоянного сечения (варианты)

Используя данные исследований балки, приведенные в таблице, построим графики изменения максимального прогиба балки и основной частоты колебаний в зависимости от отношения изгибных жесткостей стыка и сечения балки (см. рисунок).

По этим же данным строим аппроксимирующие зависимости



$$k = \frac{(EI)_c}{(EI)_б} = \frac{1}{39,537W_0 - 20,506}; \quad (1)$$

Зависимости W_0 (1) и ω_0 (2) от отношения $(EI)_c/(EI)_б$ для составной балки с вертикальным стыком

$$k = \frac{(EI)_c}{(EI)_б} = \frac{-0,003 + 7,242 \cdot 10^{-5} \omega_0}{1 - 0,00524\omega_0 + 4,81 \cdot 10^{-6} \omega_0^2}, \quad (2)$$

с помощью которых можно по максимальному прогибу или основной частоте

[Текст] / В.И. Коробко, А.В. Турков, П.А. Гвозков, О.В. Бояркина; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Орловский государственный технический университет». – Зарегистрировано в Гос. реестре изобретений РФ 20.09.2007.

те колебаний определять изгибную жесткость укрупнительного стыка. Формулы (1) и (2) являются эмпирическими (в них прогибы W_0 подставляются в миллиметрах, а частота ω – в секундах в минус первой).

Как видно из данных таблицы, полученные по формулам (1) и (2) значения коэффициента k с хорошей точностью описывают его действительные значения (см. шестую и восьмую колонки таблицы).

Для экспериментальной проверки предлагаемого способа была изготовлена балка сечением $b \times h = 50 \times 150$ мм, длина пролета 2,9 м. Для создания жесткого укрупнительного стыка использовали четыре стальные полосы сечением 20×1 мм, крепление которых осуществлялось четырьмя стальными нагелями диаметром 4 мм с каждой стороны стыка. Для изготовленной таким образом деревянной балки с укрупнительным стыком были определены резонансная частота колебаний конструкции в ненагруженном состоянии ($\omega_0 = 218,6 \text{ с}^{-1}$) и максимальный прогиб от нагрузки $q = 82,8 \text{ Н/м}$ ($W_0 = 0,0068 \text{ м}$).

Подставляя W_0 в формулу (1), получаем

$$k = \left(\frac{1}{39,537W_0 - 20,506} \right) = \frac{1}{39,537 \cdot 0,68 - 20,506} = 0,157.$$

Этому значению коэффициента k соответствует изгибная жесткость укрупнительного стыка $(EI)_c = 0,157 \cdot 140 = 21,95 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$.

Подставляя ω_0 в формулу (2), получаем

$$k = \frac{-0,003 + 7,242 \cdot 10^{-5} \omega_0}{1 - 0,00524 \omega_0 + 4,81 \cdot 10^{-6} \omega_0^2} =$$

$$= \frac{-0,003 + 7,242 \cdot 10^{-5} \cdot 218,6}{1 - 0,00524 \cdot 218,6 + 4,81 \cdot 10^{-6} \cdot 218,6^2} = 0,152.$$

Этому значению коэффициента k соответствует изгибная жесткость укрупнительного стыка $(EI)_c = 0,152 \cdot 140 = 21,28 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$.

Таким образом, изгибные жесткости укрупнительного стыка, полученные двумя предложенными способами, незначительно отличаются друг от друга.

Если балка изготовлена с несколькими вертикальными укрупнительными стыками по одному и тому же проекту, то изгибную жесткость каждого стыка можно брать по результатам экспериментального исследования балки с одним стыком.

Изложенная методика определения жесткости вертикального стыка составной балки применима и для определения жесткости горизонтальных связей в многослойных балках, если их слои изготовлены из одного и того же материала, например древесины. При этом сначала следует рассмотреть двухслойную балку с одинаковыми толщинами обоих слоев и, варьируя жесткостью связей составной балки от нуля до жесткости, соответствующей балке с монолитным сечением, необходимо записать функциональные зави-

симости от основной частоты колебаний или от величины максимального прогиба балки. Затем экспериментально следует определить жесткость связей, соответствующую принятой конструкции сплавляемых слоев. При переходе к многослойной балке используют жесткость связей каждого слоя, как для двухслойной балки.

Поступила 18.03.08

V.I. Korobko, A.V. Turkov
Orlov State Technical University

Method for Determining Vertical Joint Stiffness of Composite Beam

The diagrams are built for bending change and own frequencies of single-span two-hinged beams with enlarged resilient flexing joint in the middle of span. The actual bending stiffness of joint is determined based on the experimental values of bending and frequencies of oscillations.

Keywords: composite beam, enlarged joint, joints' compliance, bending, frequency of oscillations, bending stiffness.

УДК 674.02

М.Э. Бутовский

Рубцовский индустриальный институт

Бутовский Михаил Эфроимович – профессор кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства Рубцовского индустриального института.

E-mail: butovm@mail.ru

**ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ
ООО ПСФ «ДОКИС»**



Приведен расчет выбросов в атмосферу от производств ООО ПСФ «Докис»; предложены пути обезвреживания и утилизации основных выбросов этого предприятия.

Ключевые слова: выбросы, столярный участок, пилорама, опилки, древесные отходы, каталитическая очистка, атмосфера.

В целях снижения загрязнения атмосферы выбросами от деревообрабатывающих предприятий нами изучен качественный и количественный состав выбросов на примере ООО ПСФ «Докис», на территории которого расположены административный корпус и производственный корпус, включающий следующие участки.

Котельная. В котельной установлен сварной водогрейный котел с неподвижной решеткой и ручным забросом топлива. Используемое топливо: опилки и древесные отходы собственного производства. Источник выбросов – дымовая труба высотой 20 м, диаметром 0,40 м. Для сбора древесной золы установлена емкость, вмещающая 0,5 т золы.

Столярный участок. Оборудование – 10 деревообрабатывающих станков, оборудованных пылеулавливающим циклоном Ц1150. Для очистки газов используются рукавные фильтры, установленные до и после циклона. Степень очистки 99,0 %.

Покрасочный участок. Способ окраски – распыление краскопультом. Окраску и сушку осуществляют в одном помещении. Используется паркетный лак и уайт-спирит. Участок оборудован вытяжной вентиляцией. Вентилятор ВЦ4-75, № 5. Источник выбросов – труба высотой 5 м, диаметром 0,25 м.

Ремонтно-механический участок. Оборудование – токарно-винторезный, сверлильный, фрезерный и заточный станки.

Гараж. На балансе предприятия находится 4 автомобиля.

Лесопильный участок. Оборудование – ленточная пилорама Р-63, установленная в закрытом помещении. Годовой объем распиливаемого покупного круглого леса 800 м³.

Складские помещения. Ближайшая жилая зона расположена на расстоянии 240 м. Преобладающее направление ветров – юго-западное.

Приведем метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере г. Рубцовск, где расположен ООО ПСФ «Докус»:

Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы.....	200
Коэффициент рельефа местности в городе.....	1,0
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, °С.....	27,1
Средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца (для котельных, работающих по отопительному графику), °С.....	-17,8
Среднегодовая роза ветров, %:	
С.....	9,0
СВ.....	20,0
В.....	2,0
ЮВ.....	2,0
Ю.....	28,0
ЮЗ.....	26,0
З.....	8,0
СЗ.....	5,0
Скорость ветра (по средним многолетним данным), повторяемость превышения которой составляет 5 %, м/с.....	14,0

Расчеты выбросов от производств ООО ПСФ «Докус» были выполнены с помощью программы «Атмосфера» и методик [5–7] и приведены в табл. 1–3.

Для улавливания древесной пыли на деревообрабатывающем участке, а также абразивной пыли и оксида железа на ремонтно-механическом участке необходимо использовать эффективное пылеулавливающее оборудование. Для этих целей подойдут специальные циклоны для удаления как древесной (ОЭКДМ, УЦ, УЦ-38, Гипродрев, Гипродревпром), так и абразивной пыли (ЦОК).

Детальные исследования процессов удаления древесной пыли проводились ранее [1, 3, 4].

В отходах литейного производства присутствуют ценные углеродсодержащие материалы, в частности отсев кокса в цехах с ваграночной плавкой и древесные отходы модельного производства.

Нами была предложена технология изготовления брикетов из отсева кокса и древесных отходов и определен состав топливных брикетов.

Древесные отходы модельного производства включают, %: опилки – 13, стружку – 50, обрезки древесины размером 50...300 мм – 37. Обрезки используют для розжига вагранок, поэтому для изготовления брикетов было предложено использовать опилки и стружку.

Исследовалась возможность применения в качестве связующих сульфитно-спиртовой барды (ССБ) и некондиционной каменноугольной смолы – отхода производства газогенераторной станции. Для получения качественных топливных брикетов была выбрана ССБ, так как она широко применяется в литейных цехах, к тому же является недорогой и недефицитной.

Предварительно подготовленную для брикетирования массу уплотняли прессованием под давлением 35,0 МПа и получали брикеты диаметром 50 и высотой 50 мм. Брикеты имели плотность и прочность при сжатии соответственно 0,99...1,02 г/м³ и 9 МПа. Достаточно высокие механические свойства брикетов и использование в их составе компонентов с высокими теплотехническими показателями позволяют применять их в качестве бытового топлива.

По результатам работы подготовлены технические предложения для проектирования участка брикетирования мощностью 1000 т брикетов в год.

Таким образом, за счет совместного использования двух видов отходов производства (литейного и деревообрабатывающего) удастся достичь технического и экологического эффектов.

Для очистки воздуха от абразивной пыли и оксидов железа применяются высокоэффективные установки: АПРК, УВП-А, РВУ, ПУА-М, ПФЦ, ФЦ, МВ-750Е4 и др.

Выбросы от гаража предприятия, представляющие из себя, в основном, смесь углеводородов и СО, необходимо подвергнуть обезвреживанию, используя систему каталитического дожигания, описанную в работе [2]. Степень очистки при этом достигает 99,5...99,8 %.

На сегодняшний день, по-прежнему, остается практически неразрешимой задача обезвреживания воздушных выбросов предприятий малой энергетики (котельные) в связи с тем, что в отходящей смеси газов практически всегда присутствует сажа. Использование систем каталитического дожигания на базе катализаторов из благородных металлов (Pt, Pd и др.) в этом случае приведет к их быстрому «отравлению» и выходу из строя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров, А.Н. Пневмотранспорт и пылеулавливающие сооружения на деревообрабатывающих предприятиях [Текст]: справ. / А.Н. Александров, Г.Ф. Козорис; под ред. А.Н. Александрова. – М.: Лесн. пром-сть, 1988.
2. Дряхлов, А.С. Некоторые особенности оценки эффективности каталитического дожигания растворителей в эмалиагрегатах с рециклом газового потока [Текст] / А.С. Дряхлов, С.В. Лимаренко, В.А. Финтиктиков // Кабели и провода. – 2005. – № 6. – С. 12–17.
3. Квашнин, И.М. Вентиляция деревообрабатывающих цехов [Текст] / И.М. Квашнин // АВОК. – 2008. – № 3.
4. Кривошеин, И.М. Очистка воздуха на предприятиях деревообрабатывающей промышленности [Текст] / И.М. Кривошеин, Д.В. Хохлов // АВОК. – 2005. – № 8.
5. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью ниже 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час [Текст]. – М., 1999.
6. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом) [Текст]. – М., 1998.
7. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (по величинам удельных выделений) [Текст]. – СПб, 2000.

Поступила 25.06.09

M.E. Butovsky

Rubtsovsk Industrial Institute, Branch of Altai State Technical University

Air Emissions Produced by Woodworking Enterprise Production-construction Company «Dokis» Ltd

The computation of air emissions by the productions of PCC “Dokis” Ltd is provided, the ways of neutralization and utilization of the main emissions of this enterprise are offered.

Keywords: emissions, joiner’s shop, frame saw, wood wastes, catalytic cleaning, atmosphere.

Таблица 1

Качественный и количественный состав выбросов в атмосферу ООО ПСФ «Докус»

Производство	Источник выделения загрязняющих веществ	Время работы источника выделения, ч, в течение		Загрязняющее вещество	Количество загрязняющего вещества, отходящего от источника выделения, т/год
		суток	года		
Теплосило- вое	Котельная	24,0	4320	Углерод черный (сажа)	0,2030000
				Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	0,0000009
				Взвешенные вещества	0,0778000
				Оксид азота (IV) (диоксид азота)	0,7897000
				Оксид азота (II) (оксид азота)	0,1283000
				Оксид углерода	1,3138000
Деревооб- рабаты- вающее	Деревообрабатываю- щий участок	8,0	1984	Пыль древесная	36,797000
				Ремонтно-механический участок	4,0
	Покрасочный участок	2,5	630		
				Ксилол (смесь изомеров <i>o-,m-,n-</i>)	0,0325450
Автотранс- портное	Гараж	1,0	248	Уайт-спирит	0,0242600
				Углерод черный (сажа)	0,0000200
				Оксид азота (IV) (диоксид азота)	0,0005800
				Оксид азота (II) (оксид азота)	0,0000900
				Диоксид серы (сернистый ангидрид)	0,0001000
				Оксид углерода	0,0070400
				Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	0,0007200

Таблица 2

Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (т/год), их очистка и утилизация (в целом по предприятию)

Загрязняющие вещества	Выбросы загрязняющих веществ, отходящих от источников выделения	В том числе		Из поступивших на очистку		Всего выброшено в атмосферу
		выброшено без очистки	поступило на очистку	выброшено в атмосферу	установлено и обезврежено фактически	
Твердые:						
оксид железа(в перерасчете на железо)	0,0137900	0,0137900	–	–	–	0,0137900
углерод черный (сажа)	0,2030200	0,2030200	–	–	–	0,2030200
бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	0,0000009	0,0000009	–	–	–	0,0000009
взвешенные вещества	0,0914000	0,0914000	–	–	–	0,0914000
пыль абразивная (корунд белый, монокорунд)	0,0011600	0,0011600	–	–	–	0,0011600
пыль древесная	36,7970910	0,0000910	36,7970000	0,36797000	36,4290300	0,3680610
Итого твердые	37,1064619	0,3094619	36,7970000	0,36797000	36,4290300	0,6774319
Газообразные и жидкие:						
оксид азота (IV) (диоксид азота)	0,7902800	0,7902800	–	–	–	0,7902800
оксид азота (II) (оксид азота)	0,1283900	0,1283900	–	–	–	0,1283900
диоксид серы сернистый ангидрид)	0,0001000	0,0001000	–	–	–	0,0001000
оксид углерода	1,3208400	1,3208400	–	–	–	1,3208400
ксилол (смесь изомеров <i>o-m-p</i> -)	0,0325450	0,0325450	–	–	–	0,0325450
бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на С)	0,0007200	0,0007200	–	–	–	0,0007200
керосин	0,0002800	0,0002800	–	–	–	0,0002800
уайт-спирит	0,0242600	0,0242600	–	–	–	0,0242600
Итого газообразные и жидкие	2,2974150	2,2974150	–	–	–	2,2974150
<i>Всего</i>	39,4038769	2,6068769	36,7970000	0,36797000	36,4290300	2,9748469

Таблица 3

Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу

Загрязняющее вещество	ПДК, мг/м ³		ОБУВ*, мг/м ³	Класс опас- ности**	Выброс вещества,	
	максимальная разовая	средне- суточная			г/с	т/год
Оксид железа (в перерасчете на железо)	–	0,04	–	3	0,0068800	0,0137900
Углерод черный (сажа)	0,15	0,05	–	3	0,0131800	0,2030200
Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	–	0,000001	–	1	0,0000001	0,0000009
Взвешенные вещества	0,50	0,15	–	3	0,0281000	0,0914000
Пыль абразивная (корунд белый, монокорунд)	–	–	0,04	–	0,0016000	0,0011600
Пыль древесная	–	–	0,50	–	0,0984000	0,3680610
Оксид азота (II) (оксид азота)	0,40	0,06	–	3	0,0084100	0,1283900
Оксид углерода	5,00	3,00	–	4	2,4462300	1,3208400
Ксилол (смесь изомеров <i>o</i> -, <i>m</i> -, <i>p</i> -)	0,20	–	–	3	0,0000001	0,0325450
Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	–	1,50	–	4	0,0020600	0,0007200
Керосин	–	–	1,20	–	0,0003500	0,0002800
Уайт-спирит	5,00	–	1,00	–	0,0000001	0,0242600
Обладающие эффектом суммарного вредного воздействия:						
оксид азота (IV) (диоксид азота)	0,20	0,04	–	2	0,0514900	0,7902800
диоксид серы (сернистый ангидрид)	0,50	0,05	–	3	0,0001200	0,0001000
Итого	–	–	–	–	2,6568200	2,9748500

*ОБУВ – ориентировочные безопасные уровни воздействия.

**Категория опасности веществ – 3.

УДК 674.023

И.Т. Глебов

Уральский государственный лесотехнический университет

Глебов Иван Тихонович родился в 1938 г, окончил в 1961 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры станков и инструментов Уральского государственного лесотехнического университета, почетный работник высшей школы. Имеет более 250 публикаций в области эксплуатации деревообрабатывающих машин.

E-mail: GIT5@yandex.ru



ЗАВИСИМОСТЬ ВЫСОТЫ МИКРОНЕРОВНОСТЕЙ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Показано влияние на высоту микронеровностей обработанной поверхности подачи на зуб и погрешностей радиусов лезвий, которые зависят от точности заточки и установки фрезы на станок и радиального биения шпинделя; приведены методы расчета высоты микронеровностей.

Ключевые слова: фрезерование, высота микронеровностей, лезвие, радиусы лезвий, радиальное биение.

Основным видом неровностей на поверхности, обработанной методом цилиндрического фрезерования, является кинематическая волнистость. Гребни волн образуются при пересечении траекторий двух смежных зубьев фрезы радиусом R . Высоту гребней (y , мм) определяют по формуле

$$y \approx \frac{l^2}{8R} . \quad (1)$$

При выполнении расчетов за длину волны принимают величину подачи на один зуб (при абсолютном равенстве радиусов зубьев фрезы) или за один оборот фрезы (при неравенстве радиусов) [2]. Формула (1) не учитывает влияние неравенства радиусов на высоту гребней волн.

Цель нашей статьи – разработать методики расчета высоты микронеровностей с учетом подачи на зуб и погрешности радиусов лезвий фрезы.

Пусть деревянная заготовка обрабатывается четырехзубой цилиндрической фрезой с неравными радиусами лезвий. Для определения высоты гребней волн воспользуемся уравнениями смежных окружностей, описываемых смежными зубьями, и найдем точку их пересечения. Получим координаты гребней кинематических волн [1]:

$$y_i = R - \sqrt{R_{li}^2 - \left[\frac{S_z}{2} + \frac{\Delta(2R_{li} - \Delta)}{2S_z} \right]^2} , \quad (2)$$

$$x_i = S_z(i-1) + \frac{\Delta(2R_{1i} - \Delta)}{2S_z} + \frac{S_z}{2}, \quad (3)$$

где i – номер пары зубьев;

S_z – подача на зуб, мм;

Δ – неточность, мм, размеров радиусов, $\Delta = \Delta_{1i-2i} = R_{1i} - R_{2i}$;

x – абсцисса гребня, мм.

Пример 1. Заготовка обрабатывается фрезой диаметром 140 мм. Радиусы лезвий: $R = R_1 = 70,06$ мм; $R_2 = 70,00$ мм; $R_3 = 69,96$ мм; $R_4 = 70,02$ мм.

Требуется определить координаты гребней волн и высоту микронеровностей фрезерованной поверхности.

Решение. Исходные данные и расчеты координат гребней волн представим в виде табл. 1. По результатам расчета можно построить график поверхности с указанием координат гребней волн [1] (ось ординат – высота гребней волн, мм; ось абсцисс – значения x_i , мм, на участке подачи за один оборот фрезы). Из-за неравенства радиусов абсциссы гребней смещены относительно середин участков соответствующих подач на зуб. Зуб с максимальным радиусом формирует самую длинную волну, а зуб с минимальным радиусом срезает только верхушки высоких гребней [3]. Поэтому максимальная высота микронеровностей поверхности $R_{m \max} = 101$ мкм.

При решении обратных задач необходимо найти значение подачи на зуб по заданной высоте микронеровностей поверхности, а также диаметр фрезы и допустимую погрешность радиусов лезвий.

Если радиусы всех лезвий фрезы одинаковы, их неточность $\Delta = 0$, то из формулы (2) следует, что при $R = R_1$ подача на зуб

$$S_z = 2\sqrt{y(2R - y)}. \quad (4)$$

Кроме того, из (2) следует

$$S_z = \sqrt{y(2R - y)} + \sqrt{y(2R - y) - \Delta(2R - \Delta)}. \quad (5)$$

Таблица 1

Показатель	Значение показателя для радиусов лезвий в паре			
	R_1-R_2	R_2-R_3	R_3-R_4	R_4-R_1
Подача на зуб, мм	2,0	2,0	2,0	2,0
Максимальный радиус фрезы, мм	70,060	70,060	70,060	70,060
Радиусы, мм, в паре лезвий:				
R_{1i}	70,060	70,000	69,960	70,020
R_{2i}	70,000	69,960	70,020	70,060
Погрешность, мм, в паре лезвий, $\Delta_i = R_{1i}-R_{2i}$	0,060	0,040	-0,060	-0,040
Порядковый номер пары i	1	2	3	4
Высота гребней по (2) y_i , мм	0,069	0,101	0,109	0,041
Абсцисса гребней по (3) x_i , мм	3,1	4,4	2,9	5,6

Формула (5) подтверждает следующие известные правила.

1. Неточность радиусов Δ фрезы не должна превышать высоту гребней кинематических волн y , иначе подкоренное выражение в (5) будет отрицательным.

2. Подача на зуб складывается из двух слагаемых. Первое из них равно половине максимального значения S_z при $\Delta = 0$, а второе меньше первого с поправкой на погрешность радиусов Δ .

В ходе исследований Ф.М. Манжос [2] выявил, что при установке ножей в ножевые валы или ножевые головки радиусы резания отдельных режущих кромок отличаются друг от друга на 0,07...0,15 мм. Прифуговка лезвий уменьшает неточность расположения режущих кромок, после чего $\Delta = 0,04...0,06$ мм. Прифуговка лезвий цилиндрических фрез – важнейший способ снижения величины микронеровностей фрезерованной поверхности.

Предельные значения подачи на зуб при цилиндрическом фрезеровании древесины, полученные по формуле (5), приведены в табл. 2.

Пример 2. На фуговальном станке с диаметром окружности резания ножевого вала $D = 128$ мм обрабатываются заготовки с высотой микронеровностей $R_{m \max} = 25$ мкм.

Требуется определить подачу на зуб.

Решение. По первому правилу неточность радиусов лезвий Δ фрезы не должна превышать высоту гребней кинематических волн. Приняв $\Delta = 0,025$ мм, по формуле (5) имеем:

$$S_z = \sqrt{y(2R - y)} + \sqrt{y(2R - y) - \Delta(2R - \Delta)} = \\ = \sqrt{0,025(2 \cdot 64 - 0,025)} + \sqrt{0,025(2 \cdot 64 - 0,025) - 0,025(2 \cdot 64 - 0,025)} = 1,8 \text{ мм.}$$

Пример 3. Заготовки обрабатываются на станке фрезой диаметром $D = 140$ мм с подачей на зуб $S_z = 4$ мм.

Необходимо определить высоту микронеровностей поверхности по высоте гребней волн.

Таблица 2

Высота неровностей $R_{m \max}$, мкм	Подача на зуб S_z , мм, при диаметре окружности резания D , мм							
	60	80	100	120	140	160	180	200
6,3	0,6/1,2	0,7/1,4	0,8/1,6	0,9/1,7	0,9/1,9	1,0/2,0	1,1/2,1	1,1/2,2
12,5	0,9/1,7	1,1/2,0	1,2/2,2	1,3/2,4	1,4/2,6	1,5/2,8	1,6/3,0	1,7/3,2
25,0	1,3/2,4	1,5/2,8	1,7/3,2	1,8/3,5	2,0/3,7	2,1/4,0	2,3/4,2	2,4/4,5
50,0	1,7/3,5	2,1/4,0	2,3/4,5	2,6/4,9	2,8/5,3	3,0/5,7	3,1/6,0	3,3/6,3
100,0	2,4/4,9	2,8/5,7	3,2/6,3	3,5/6,9	3,9/7,5	4,1/8,0	4,4/8,5	4,6/8,9
200,0	3,7/6,9	4,3/8,0	4,8/8,9	5,2/9,8	5,7/10,6	6,1/11,3	6,4/12,0	6,8/12,6
400,0	5,1/9,8	5,9/11,3	6,6/12,6	7,3/13,8	7,8/14,9	7,4/16,0	8,9/17,0	9,4/17,9
800,0	6,9/13,8	8,2/15,9	9,2/17,8	10,1/19,5	10,9/21,1	11,7/22,6	12,4/23,9	13,1/25,2

Примечание. Максимальные значения S_z (знаменатель) получены при $\Delta = 0$, минимальные (числитель) – при $\Delta = y$.

Решение. Из данных табл. 2 следует, что при заданном режиме работы станка высота микронеровностей находится в диапазоне 50...100 мкм. Приняв $\Delta = 0,05$ мм и $R = R_1$, по формуле (2) уточним значение высоты гребней волн:

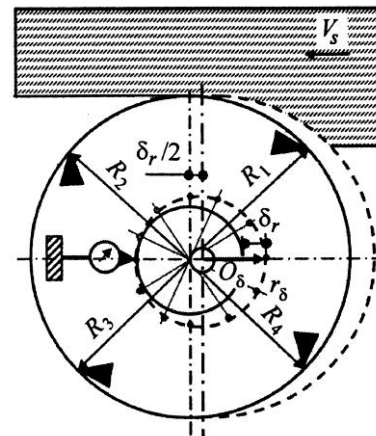
$$y_i = 70 - \sqrt{70 - \left[\frac{4}{2} + \frac{0,05(2 \cdot 70 - 0,05)}{2 \cdot 4} \right]^2} = 0,059 \text{ мм} = 59 \text{ мкм.}$$

Влияние радиального биения шпинделя станка на высоту микронеровностей обрабатываемой поверхности. Шпиндели станков монтируют на шариковых подшипниках, которые имеют радиальные зазоры между кольцами и телами качения. При посадке подшипников на вал и в корпус зазоры могут быть сведены до минимума и даже до натяга. При вращении шпинделя тела качения под действием центробежных сил прижимаются к наружному кольцу, между ними и дорожкой внутреннего кольца образуются зазоры. Величины зазоров и погрешностей формы тел качения и внутреннего кольца обуславливают величину радиального биения в месте посадки фрезы. Величина радиального биения фрезы фрезерных и продольно-фрезерных станков регламентирована: $\delta_r = 0,03$ мм.

Радиальное биение – одна из причин изменения радиусов лезвий фрезы. Радиальное биение шпинделя в месте посадки фрезы измеряют индикатором (см. рисунок).

Для примера измерения выполнены для вертикального правого шпинделя четырехстороннего продольно-фрезерного станка С16-4А. Торцовая поверхность вала была поделена на 12 равных частей. При вращении вала в указанных точках измерено его радиальное биение: 0,0; 0,008; 0,015; 0,020; 0,025; 0,030; 0,022; 0,015; 0,010; 0,008; 0,002 мм. От цилиндрической поверхности вала по радиусу в указанных точках были отложены полученные показания индикатора и построена эпюра радиального отклонения вала за один его оборот. Форма эпюры близка к окружности радиуса r_δ и смещена относительно центра вала на величину $\delta_r/2$. Эпюра жестко связана с валом и поворачивается вместе с ним. Форма эпюры обусловлена погрешностями формы дорожек внутренних колец подшипников, установленных с натягом.

Режущие кромки фрезы при вращении шпинделя двигаются по окружностям радиусов R_1, R_2, R_3, R_4 . При этом центр вращения вала перемещается с той же частотой по окружности радиуса $\delta_r/2$ относительно центра O_δ .



Радиальное биение фрезы

Пусть фреза насажена на шпиндель так, что направление r_δ максимального радиального биения параллельно вектору скорости подачи V_s и совпадает с направлением R_1 . Зуб R_1 расположен на горизонтальной оси. Тогда зуб R_2 будет находиться в точке врезания в древесину. В момент врезания в древесину при продольном фрезеровании радиусы лезвий всех зубьев можно найти по формуле

$$R_\delta = R + (\delta_r/2) \sin\varphi,$$

где R_δ – величина радиуса режущей кромки лезвия с учетом радиального биения;

φ – угол поворота вала от горизонтальной оси.

Для подхода в точку врезания в древесину зуб R_1 повернется на 270° ; зуб R_2 находится в точке врезания, $\varphi = 0^\circ$; зуб R_3 повернется на $\varphi = 90^\circ$; зуб R_4 повернется на $\varphi = 180^\circ$. Тогда радиусы лезвий в точке врезания в древесину

$$\begin{aligned} R_{1\delta} &= R_1 + (\delta_r/2)\sin 270^\circ = R_1 - \delta_r/2; \\ R_{2\delta} &= R_2; \quad R_{3\delta} = R_3 + \delta_r/2; \quad R_{4\delta} = R_4. \end{aligned} \quad (6)$$

Если фрезу насадить на вал под углом 45° по отношению к направлению r_δ (см. рисунок), то радиусы лезвий определим по следующим формулам:

$$\begin{aligned} R_{1\delta} &= R_1 + \delta_r \sin(270^\circ + 45^\circ)/2 = R_1 - 0,35\delta_r; \\ R_{2\delta} &= R_2 + 0,35\delta_r; \quad R_{3\delta} = R_3 + 0,35\delta_r; \quad R_{4\delta} = R_4 - 0,35\delta_r. \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, радиальное биение шпинделя приводит к изменению радиусов режущих кромок фрезы в зоне резания.

Пример 4. По условию примера 1 требуется определить высоту микронеровностей фрезерованной поверхности с учетом радиального биения фрезы $\delta_r = 0,03$ мм. Фреза насажена на вал так, что направление ее максимального биения совпадает с направлением скорости подачи и радиусом режущей кромки R_1 .

Решение. Определим значения радиусов режущих кромок:

$$\begin{aligned} R_{1\delta} &= R_1 - \delta_r/2 = 70,06 - 0,03/2 = 70,045 \text{ мм}; \quad R_{2\delta} = R_2 = 70,0 \text{ мм}; \\ R_{3\delta} &= R_3 + \delta_r/2 = 69,96 + 0,015 = 69,976 \text{ мм}; \quad R_{4\delta} = R_4 = 70,02 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Исходные данные и расчеты координат гребней волн приведены в табл. 3.

Таблица 3

Показатель	Значение показателя для радиусов лезвий в паре			
	R_1-R_2	R_2-R_3	R_3-R_4	R_4-R_1
Подача на зуб, мм	2,0	2,0	2,0	2,0
Максимальный радиус фрезы, мм	70,045	70,045	70,045	70,045
Радиусы, мм, лезвий в паре:				
R_{1i} , мм	70,045	70,000	69,976	70,020
R_{2i} , мм	70,000	69,976	70,020	70,045
Погрешность, мм, в паре лезвий, $\Delta i = R_{1i} - R_{2i}$	0,045	0,024	-0,044	-0,025
Порядковый номер пары i	1	2	3	4
Высота гребней по (2) y_i , мм	0,047	0,069	0,071	0,025
Абсцисса гребней по (3) x_i , мм	2,5	3,8	3,4	6,1

Высота микронеровностей поверхности $R_{m \max} = 71$ мкм. Эюра радиального биения накладывается так, что максимальный радиус фрезы уменьшается. Это снижает глубину микронеровностей поверхности.

Зависимость радиусов лезвий от точности посадки фрезы. При механическом креплении фрезы максимальный зазор вала диаметром 30...50 мм в посадочном отверстии (при посадке H7/h6) равен 41 мкм. При установке на шпиндель станка фреза может эксцентрично сместиться на величину этого зазора. Радиусы лезвий изменятся в пределах этого зазора. Для повышения точности совмещения оси шпинделя и оси фрезы рекомендуется использовать, например, гидравлические головки или конические втулки, которые обеспечивают точность совмещения осей 0,005 мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глебов, И.Т. Исследование шероховатости фрезерованной поверхности древесины [Текст] / И.Т. Глебов // Деревообраб. пром-сть. – 2006. – № 3. – С. 11–12.
2. Манжос, Ф.М. Дереворежущие станки [Текст] / Ф.М. Манжос. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 450 с.
3. Соловьев, А.А. Решение задач по резанию древесины [Текст]: учеб. пособие / А.А. Соловьев. – М.: МЛТИ, 1981. – 60 с.

Поступила 17.10.08

I.T. Glebov
Ural State Forest Engineering University

Dependencies of Micro-roughness Height of Processed Surface on Some Factors of Cylinder Milling

The influence of tooth loading value and error radii of miller blade on the surface roughness is shown; the errors being dependent on the mill operation accuracy, its mounting on the machine and radial spindle wavering. Methods for calculation of roughness height are provided.

Keywords: milling, micro-roughness height, blade, blade radii, radial wavering.

**ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ**

УДК 676.032

К.А. Иванов, Ю.В. Севастьянова, Л.А. Миловидова, В.И. Комаров

Архангельский государственный технический университет

Иванов Константин Александрович родился в 1983 г., окончил в 2001 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства АГТУ. Имеет 5 печатных работ в области исследования влияния параметров древесного сырья на свойства получаемого волокнистого полуфабриката.

E-mail: bono@atnet.ru



Севастьянова Юлия Вениаминовна родилась в 1974 г., окончила в 1996 г. Архангельский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии ЦБП АГТУ. Имеет более 10 печатных работ в области различных способов делигнификации древесины.

E-mail: y-sevastyanova@yandex.ru



Миловидова Любовь Анатольевна родилась в 1946 г., окончила в 1970 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии ЦБП Архангельского государственного технического университета. Имеет более 60 печатных трудов в области производства белых волокнистых полуфабрикатов.

Тел.: (8182) 65-00-92



Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, член международного научного общества EUROMESCH. Имеет более 400 печатных работ в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.

Тел.: (8182) 21-61-82

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ ЩЕПЫ
НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВАРКИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

Установлено, что добавки мелкой фракции технологической щепы влияют на выход и число Каппа хвойной и лиственной сульфатной целлюлозы, а также на ее фундаментальные, прочностные и деформационные характеристики.

Ключевые слова: щепка, фракционный состав, сульфатная целлюлоза, характеристики и выход целлюлозы, число Каппа.

С того времени как щепу стали использовать для варки целлюлозы, ее геометрические размеры и их важность для технологического процесса являются предметом обсуждений и исследований [1, 4–7, 9].

Известно, что для производства сульфатной целлюлозы толщина щепы – наиболее критический параметр: тонкая щепа увеличивает избирательность делигнификации, повышает выход и прочностные показатели целлюлозы, снижает число Каппа. Длина щепы, являясь вторым по значимости параметром, определяет среднюю длину волокна целлюлозы.

Целью настоящего исследования было изучение влияния добавки мелкой (наиболее тонкой) фракции щепы на общий выход, выход сортированной целлюлозы, число Каппа, а также на фундаментальные, деформационные и прочностные характеристики хвойной и лиственной сульфатной целлюлозы.

Для исследования отбирали образцы технологической щепы из хвойных (80 % ель, 20 % сосна) и лиственных (100 % береза) пород древесины от рубительной машины ННҚ 11-ХЛ-16. Для выработки щепы использовали балансы длиной 2...6 м, диаметром до 0,4 м.

Отобранную щепу сортировали на анализаторах АЛГ-М (по ГОСТ 15815–83 [3]) и ЖШПА (по стандарту SCAN-СМ 40:01 [10]). Для лабораторных варок отбирали щепу нормальной фракции на ситах АЛГ-М с диаметрами отверстий 20 и 10 мм, а также согласованной фракции на ситах ЖШПА с диаметрами отверстий 13 и 7 мм.

Для получения подробных данных о фракционном составе образцов хвойной и лиственной щепы были проанализированы ее отдельные фракции. Из каждой фракции (по 4 для хвойной и лиственной) для определения длины, толщины и угла среза отбирали по 100 щепок. Длину и толщину измеряли штангенциркулем, угол среза – по шаблону. Всего было измерено 800 щепок.

Сульфатные лабораторные варки (отдельно для хвойной и лиственной щепы) проводили в стационарных автоклавах вместимостью 600 мл на глицериновой бане. В автоклав помещали щепу одной породы с различным соотношением крупной и мелкой фракций, %: 100/0; 75/25; 50/50; 25/75; 0/100. Таким образом, в ходе эксперимента содержание мелкой фракции (10 мм – с АЛГМ, 7 мм – с ЖШПА) увеличивали от 0 до 100 %.

При варке хвойной щепы гидромодуль составлял 3,7, расход активной щелочи – 16,5 %, конечная температура варки – 167 °С, при варке лиственной – соответственно 4,0; 23 % и 155 °С.

График варки для хвойной и лиственной щепы был одинаковым: подъем температуры до конечного значения – 2 ч, продолжительность стоянки на конечной температуре – 2 ч. После окончания варки отбирали черный щелок, целлюлозу выгружали из автоклавов на сжежу, где проваренную щепу разбивали и промывали горячей водой в течение 20...30 мин для одного образца. В табл. 1–3 представлены усредненные значения по трем параллельным варкам в каждой точке, вариация значений в каждой точке составляла не более 3 %.

Приготовление лабораторных образцов для исследования физико-механических свойств целлюлозы осуществляли в соответствии с ГОСТ 14363.4–89 [2], масса 1 м² отливок – 75 г. Фундаментальные свойства

Таблица 1

Средняя длина и толщина щепы (мм)

Показатель	Значение показателя для фракции			
	АЛГ-М		ЖШПА	
	крупной (20 мм)	мелкой (10 мм)	крупной (13 мм)	мелкой (7 мм)
Длина	24/26	21/24	26/26	22/25
Толщина	4/4	2/2	4/4	2/2

Примечание. В числителях приведены данные для хвойной щепы, в знаменателе – для лиственной.

волокна, прочностные и деформационные характеристики целлюлозы определяли согласно принятым методикам, размеры волокон и фракционный состав по длине волокна – в соответствии с методикой TAPPI T 271 pm-91 [11] на анализаторе KAJAANI FS-200. Число образцов в одной серии составляло 10 шт., вариация данных – не более 5 %.

Полученные размерные данные для отдельных фракций щепы представлены в табл. 1.

Все образцы имели постоянный угол среза 30°, поскольку щепу отбирали после замены ножей на рубительной машине.

Известно, что длина щепы влияет на среднюю длину волокон целлюлозы, при этом оптимальный ее размер колеблется от 15 до 25 мм. В нашем случае вся исследованная щепка имела длину 21...26 мм. Как следует из данных табл. 1, длина крупной фракции хвойной щепы больше длины мелкой фракции на 3...4 мм, в случае лиственной щепы – на 1...2 мм.

Толщина щепы – основной геометрический размер, влияющий на равномерность варочного процесса и получение качественной целлюлозы. В нашем случае толщина хвойной и лиственной щепы была постоянной: для крупной фракции – 4 мм, для мелкой – 2 мм. Это обстоятельство позволило проследить изменение показателей целлюлозы при изменении соотношения крупной и мелкой фракций щепы при варке.

В результате лабораторных варок были получены образцы хвойной и лиственной целлюлозы, значения выхода и числа Каппа которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные показатели целлюлозы из хвойной (числитель) и лиственной (знаменатель) щепы

Показатель	Значение показателя при содержании мелкой фракции, %				
	0	25	50	75	100
По ГОСТ:					
общий выход	49,6/51,6	48,4/55,5	48,9/52,3	48,6/54,4	49,8/50,3
выход СЦ	44,7/47,4	31,1/45,1	38,9/47,8	42,4/48,1	43,0/49,2
число Каппа	41/22	37/26	34/27	38/29	39/21
По SCAN:					
общий выход	48,5/50,1	49,3/51,7	49,8/54,0	48,1/51,0	48,4/49,2
выход СЦ	47,5/47,2	42,2/48,0	48,1/47,3	47,9/45,5	47,0/48,0
число Каппа	38/18	38/21	38/21	39/27	41/20

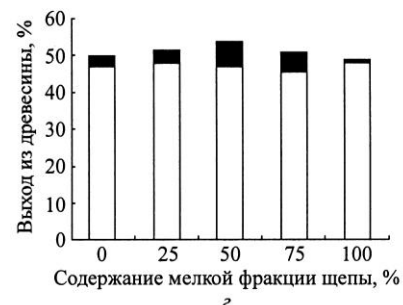
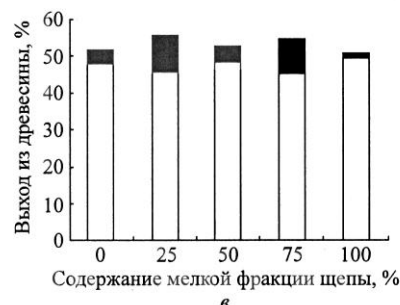
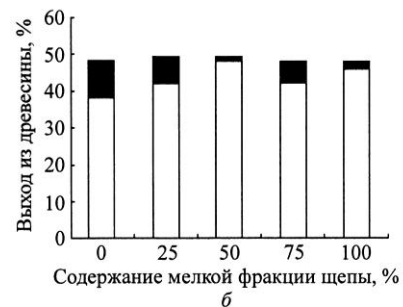
Примечания. 1. СЦ – сортированная целлюлоза. 2. Выход – в процентах.

Как видно из данных табл. 2, полученные образцы хвойной целлюлозы имеют значения числа Каппа в пределах 38...41 как для ГОСТ-, так и для SCAN-щепы.

При увеличении содержания мелкой фракции в хвойной ГОСТ-щепе общий выход целлюлозы оставался практически неизменным – 48...49 %. Выход сортированной целлюлозы был наибольшим (42...43 %) при содержании в композиции 75... 100 % мелкой фракции. Следует отметить низкий уровень непровара и, соответственно, высокий выход сортированной целлюлозы при варке крупной фракции ГОСТ-щепы.

При увеличении содержания мелкой фракции в хвойной SCAN-щепе общий выход целлюлозы также оставался неизменным – 48...49 %, а выход сортированной целлюлозы был наибольшим (47...48 %) при содержании в композиции 50... 100 % мелкой фракции, что существенно превышало соответствующие значения при варке щепы, фракционированной на АЛГ-М. Таким образом, исключение при фракционировании по методике SCAN «толстой» щепы существенно снизило образование непровара. В то же время при варке как ГОСТ-, так и SCAN-щепы добавка «тонкой» щепы также привела к повышению равномерности провара и выхода сортированной целлюлозы.

Общий выход и выход сортированной лиственной целлюлозы был на 3...5 % выше, чем хвойной, по объективным причинам: содержание целлюлозы в хвойной древесине меньше, чем в лиственной (соответственно 43 и 46 %) [8]. При варке лиственной ГОСТ-щепы с добавкой 25...75 % мелкой фракции имело место повышение числа Каппа целлюлозы до 26...29 при соответствующем повышении общего выхода.



Соотношение выхода сортированной целлюлозы □ и непровара ■:
а, б – хвойная щепы; в, г – лиственная щепы; а, в – ГОСТ; б, г – SCAN

Для этих варок отмечено увеличение непровара до 5...10 %. При варке 100 % ГОСТ-щепы толщиной 4 мм и 100 % мелкой щепы толщиной 2 мм были получены одинаковые результаты по общему выходу и числу Каппа, но при варке мелкой щепы практически отсутствовал непровар.

Образцы целлюлозы, полученные при варке лиственной щепы, отфракционированной по методике SCAN, имели более низкие значения числа Каппа, при этом минимальные значения этого показателя определены для крайних точек, минимальное количество непровара приходилось на варку 100 % мелкой фракции.

Максимальное количество непровара отмечено при варках хвойной и лиственной ГОСТ-щепы с добавкой 25 % мелкой фракции (соответственно 17,3 и 10,4 %).

Сделанные выводы подтверждают столбчатые диаграммы (см. рисунок).

Полученные в ходе исследования физико-механические характеристики образцов хвойной и лиственной целлюлозы можно разделить на три группы: фундаментальные – средневзвешенная длина волокна $l_{срв}$, межволоконные силы связи $F_{св}$ (по Иванову), «нулевая» разрывная длина L_0 ; прочностные – разрывная длина L , сопротивление продавливанию P , сопротивление раздиранию R ; деформационные – жесткость при изгибе S_b , модуль упругости при изгибе $E_{изг}$.

Как следует из данных табл. 3, увеличение содержания мелкой фракции в хвойной ГОСТ- и SCAN-щепе приводит к уменьшению средней длины волокна, причем во втором случае эта закономерность прослеживается более заметно. Это может быть связано с тем, что для SCAN-щепы несколько больше разница между длиной крупной и мелкой фракций (26 и 22 мм). Снижение доли крупной фракции в ГОСТ-щепе увеличивает межволоконные силы связи с максимумом при содержании мелкой фракции 75 %. Для SCAN-щепы этот максимум приходится на содержание мелкой фракции 25 %. Прочность волокна, которая характеризуется нулевой разрывной длиной, снижается на 3000 м с увеличением доли мелкой фракции в ГОСТ-щепе, а в SCAN-щепе, наоборот, увеличивается, но лишь на 1000 м. Изменение композиции щепы почти не отражается на значениях разрывной длины, которая в обоих случаях варьирует в пределах 5 %. Сопротивление продавливанию для ГОСТ- и SCAN-щепы имеет максимум соответственно при 620 и 700 кПа и низком содержании в композиции мелкой фракции – до 25 %; сопротивление раздиранию было максимальным для целлюлозы, полученной при варке 100 % мелкой фракции (соответственно 920 и 960 кПа). Максимум для деформационных показателей качества отмечен при содержании мелкой фракции 25...50 %.

Для лиственной целлюлозы увеличение содержания мелкой фракции в ГОСТ- и SCAN-щепе также снижает среднюю длину волокна целлюлозы, причем наибольшая длина волокна ($\approx 1,2$ мм) была достигнута при содержании мелкой фракции 25 %. Уменьшение содержания крупной фракции в ГОСТ-щепе несколько увеличивает межволоконные силы связи с максимумом при остаточном содержании крупной фракции 25 %, что справедливо и для SCAN-щепы.

Нулевая разрывная длина снижается с увеличением доли мелочи, особенно при ее содержании более 50 %. Показатель разрывной длины имеет максимальное значение ≈ 10000 м как для ГОСТ-, так и для SCAN-щепы при содержании мелкой фракции 25...75 %. Сопротивление продавливанию для ГОСТ- и SCAN-щепы достигает максимальных значений (соответственно 380 и 400 кПа) при наличии в композиции 50 % мелкой фракции, а сопротивление раздиранию – до 750 мН при 75...100 % мелкой фракции. Максимальные значения жесткости при изгибе для ГОСТ- и SCAN-щепы получены при 100 % мелкой фракции, модуля упругости при изгибе – при 50 % мелкой фракции.

Таким образом, в условиях проведенного эксперимента деформационные показатели целлюлозы как из хвойной, так и лиственной щепы изменяются мало.

Выводы

1. Выход сортированной хвойной и лиственной целлюлозы увеличивается с ростом доли мелкой фракции в композиции щепы, достигая максимума при использовании 100 % мелкой фракции. Минимальный выход сортированной хвойной и лиственной целлюлозы наблюдался при добавке мелкой фракции щепы в количестве 25 % при варке ГОСТ-щепы.

2. Удаление «толстой» щепы при фракционировании по методике SCAN наиболее заметно снижает непровар при варке как лиственной, так и хвойной щепы толщиной 4 мм.

3. Увеличение доли мелкой фракции при варке хвойной щепы приводит к уменьшению средней длины волокна целлюлозы и нулевой разрывной длины, увеличению межволоконных сил связи; сопротивление продавливанию достигает максимальных значений при содержании в щепе 100 % крупной фракции толщиной 4 мм, сопротивление раздиранию – при 100 % мелкой фракции.

4. Увеличение доли мелкой фракции при варке лиственной щепы также снижает среднюю длину и собственную прочность волокна, однако изменения этих показателей у лиственной целлюлозы менее существенны, чем у хвойной.

5. Не выявлены зависимости изменения деформационных свойств образцов целлюлозы, полученных из щепы разного фракционного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние содержания коры и толщины щепы на выход и качество небеленой сульфатной целлюлозы [Текст] / Т.Ф. Личутина [и др.] // Лесн. журн. – 1990. – № 3. – С. 100–105. – (Изв. высш. учеб. заведений).

2. ГОСТ 14363.4–89. Целлюлоза. Метод подготовки проб к физико-механическим испытаниям [Текст]. – Взамен ГОСТ 14363.4–79; введ. 1993–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 14 с.

3. ГОСТ 15815–83. Щепа технологическая. Технические условия [Текст]. – Введ. 1985–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 14 с.

4. *Комаров, В.И.* Влияние размеров щепы на деформативность и прочность сульфатной небеленой целлюлозы [Текст] / В.И. Комаров, Т.Ф. Личутина // Бум. пром-сть. – 1988. – № 12. – С. 8–9.
5. *Becker, E.* The effect of chip thickness and kraft cooking conditions on kraft pulp properties [Text] / E. Becker // Tappi Pulping Conference Proceedings. – 1992. – P. 561–565.
6. *Croy, T.* Kraft pulping of individual chip thickness fractions [Text] / T. Croy // Pulping, Process & Product Quality Conference Proceedings. – 2000.
7. *Gullichsen, J.* On the nonuniformity of the kraft cook [Text] / J. Gillichsen // Paperi ja Puu. – 1992. – Vol. 74, N 6. – P. 486–490.
8. *McDonough, T. J.* Kraft pulp yield basics [Text] / T. J. McDonough // Kraft Pulp Yield Anthology. – 2002.
9. *McLeod, M.* The top ten factors in kraft pulp yield [Text] / M. McLeod // Paperi ja Puu. – 2007. – Vol. 89, N 7-8. – P. 417–421.
10. SCAN-CM 40:01. Wood chips for pulp production. Size distribution. – Issued 2001. – Stockholm: Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee, 2001.
11. Tappi Test Method T 271 pm-91. Fiber length of pulp and paper by automated optical analyzer. – TAPPI, 1991. – 4 p.

Поступила 09.06.09

K.A. Ivanov, Yu. V. Sevastyanova, L.A. Milovidova, V.I. Komarov
Arkhangelsk State Technical University

Effect of Addition of Small Fraction Chips on Pulping Results and Pulp Characteristics

It is found out that addition of small fraction chips effects the yield of on softwood and hardwood sulphate pulp, the Kappa number, fundamental, strength and deformation characteristics.

Keywords: chips, fractional composition, sulphate pulp, pulp yield, the Kappa number, pulp characteristics.

Таблица 3

Характеристики хвойной (числитель) и лиственной (знаменатель) целлюлозы

Характеристика	Значение характеристики при содержании мелкой** фракции, %									
	ГОСТ					SCAN				
	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
$l_{срв}$, мм	2,72/1,12	2,85/1,17	2,64/1,13	2,71/1,13	*/1,10	2,77/1,08	2,71/1,19	2,67/1,22	2,67/1,14	2,63/1,13
$F_{св}$, МПа	2,46/1,47	2,56/1,42	2,58/1,37	2,69/1,59	2,47/1,37	2,33/1,63	2,73/1,55	2,53/1,57	2,22/1,76	2,43/1,67
L_0 , м	16400/16300	13700/17500	13200/16000	12500/16400	13400/15600	15600/16400	14800/16300	14800/17100	17400/14800	16600/15600
L , м	10400/8500	10400/10200	10600/9100	10600/9800	10200/8700	10300/9500	10800/8500	10400/10400	10800/9400	9200/8500
Π , кПа	620/340	620/335	605/380	580/345	610/290	650/355	700/260	600/400	660/370	605/300
R , мН	830/680	870/690	830/700	700/710	920/680	830/700	860/760	830/680	870/700	960/750
S_b , мН·см ²	30/31	35/28	32/30	30/25	33/32	32/33	36/29	43/33	38/25	29/33
$E_{изг}$, МПа	1150/1130	1260/1210	1080/1270	910/1140	1040/1050	1190/1170	1130/1110	1060/1150	840/1150	1060/1140

* Большое содержание костры в массе не позволило выполнить определение.

** Для ГОСТ-щепы диаметр отверстий сита 10 мм, для SCAN – 7 мм.

УДК 676. 1

А.П. Руденко, В.В. Еременко, Л.В. Кутовая

Сибирский государственный технологический университет

Руденко Анатолий Павлович родился в 1941 г., окончил в 1969 г. Сибирский технологический институт, доктор, профессор кафедры технологии конструкционных материалов и машиностроения Сибирского государственного технологического университета. Имеет 90 печатных работ в области гидродинамики волокнистых суспензий и принудительного формования из них изделий.

E-mail: sibstu@sibstu.kts.ru



Еременко Владимир Викторович родился в 1979 г., окончил в 2002 г. Сибирский государственный технологический университет, аспирант кафедры технологии конструкционных материалов и машиностроения. Имеет около 10 печатных работы в области гидродинамики волокнистых суспензий и принудительного формования из них изделий. Тел.: (3912) 66-04-20



Кутовая Лариса Владимировна родилась в 1972 г., окончила в 1995 г. Сибирский государственный технологический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и аппаратов промышленных технологий Сибирского государственного технологического университета. Имеет 50 печатных работ в области размола волокнистых материалов. Тел.: (3912) 27-86-19



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ОБЩЕГО УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВОЛОКНИСТОЙ СУСПЕНЗИИ О.А. ТЕРЕНТЬЕВА ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ДИФФУЗОРОВ ГОЛОВОК ПРЯМОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Разработаны теоретические основы процесса подачи, напуска и формирования изделий из суспензий различного композиционного состава, гарантирующие достижение требуемого качества; предусмотрены условия движения потока, способствующие его полной диспергации и исключению флокуляции и седиментации композиционных составляющих, с последующей фильтрацией непрерывно подаваемого порционного количества рабочей суспензии на формирующую сетку.

Ключевые слова: волокнистая и волокнисто-порошковая суспензии, композиционный состав, принудительное формование, диспергированное состояние, гидравлические и реологические характеристики, структурированный поток, поле скоростей, гидродинамическая закрутка.

Среди видов продукции, получаемой из волокнистых суспензий разнообразного композиционного состава, особое место занимают изделия, изготавливаемые путем принудительного формования посредством фильтрации суспензий с образованием осадка на формирующей сетке.

В качестве твердой дискретной фазы в суспензиях используют целлюлозные и эфироцеллюлозные волокна, а также различные вещества в порошкообразном виде.

Изделия, получаемые путем принудительного формования, имеют различные пространственные формы в соответствии с их функциональным назначением. В настоящее время представления о «бумизах», как правило, связаны с такими видами продукции бытового назначения, как заготовки для глобусов, бумажная тара для транспортировки яиц с птицефабрик и др.

Но к этой группе продукции относятся также изделия, качество которых определяют как высококачественные и особо высококачественные, а по точности соблюдения размеров в процессе производства их вполне оправданно причисляют к прецизионным.

Высокое качество изделий, производимых формованием посредством принудительной фильтрации через сетку волокнистых и волокнисто-порошковых суспензий, определяется, наряду с физико-механическими показателями, еще целым рядом характеристик: заданным распределением масс, характером структуры макро- и микростроения, требуемым распределением толщины формообразующих элементов и др.

Стабильное обеспечение соответствия качественных показателей этого изделия требуемым нормам возможно только в том случае, когда логический режим исключает появление нештатных ситуаций во всех операциях производственного цикла.

Как показывает практика, создание технологий выпуска неординарных (преимущественно относящихся к прецизионным) изделий предопределяет, как правило, использование процессов, являющихся результатом разработок и рекомендаций, а также базирующихся на предварительно выполненных теоретических и экспериментальных исследованиях.

Попытки получить положительные результаты в данной области промышленного производства эмпирическим методом проб и ошибок в подавляющем большинстве случаев имели закономерные отрицательные результаты.

Подобное положение вещей, например, является существенным препятствием на пути достижения качества мирового уровня производимой в нашей стране звуковоспроизводящей аппаратуры (основным звуковоспроизводящим элементом в данной аппаратуре является получаемое путем формования из волокнистой суспензии изделие – диффузор).

Такая же аналогия нежелательного плана имеет место и в случае производства других изделий, получаемых формованием из волокнисто-порошковых суспензий, в составе которых присутствуют волокнистые ингредиенты – целлюлоза и ее эфиры.

Кроме того, существенные конструктивные недоработки аппаратов, комплектующих тракты подготовки и подачи на формование изделий волокнистых или волокнисто-порошковых суспензий, вызваны отсутствием необходимых методик расчетов и проектирования оборудования требуемого функционального назначения.

В этой связи актуальными являются глубокие исследования фундаментальных вопросов, касающихся реологии и гидродинамики волокнистых

и волокнисто-порошковых суспензий, а также формования изделий посредством принудительной фильтрации через формующую сетку суспензий различного композиционного состава.

Для решения данной задачи были разработаны теоретические положения и практические рекомендации по гидродинамической оценке трактов подготовки и подачи для переработки волокнистых суспензий различного композиционного состава, а также научно обоснованные методы расчета и проектирования технологического оборудования, обеспечивающего при оптимальных условиях эксплуатации требуемое качество получаемых формованием изделий.

Для переработки этих суспензий применяют оборудование гидравлического типа, отличительной особенностью которого является нестандартность исполнения и специфичность принимаемых решений в процессе их конструкторских проработок [7].

Эффективность работы гидравлического оборудования для подготовки волокнистых и волокнисто-порошковых суспензий и формования из них изделий специфического назначения зависит, в первую очередь, от достоверности тех исходных теоретических положений, которые были использованы в разработке методики их расчета при проектировании. Важно при этом, насколько правильно было учтено взаимодействие рабочих органов, применяемых гидравлических машин и аппаратов с используемыми волокнистыми и волокнисто-порошковыми суспензиями.

Достоверность теоретического описания процессов взаимодействия позволяет при проектировании выбрать оптимальные формы отдельных элементов проточной полости гидравлического оборудования.

При эксплуатации оборудования, в проектировании которого максимально учтена специфика используемых рабочих волокнистых суспензий, положительно могут быть решены задачи технологического и энергозатратного характера.

Важно, что используемая рабочая суспензия транспортируется и перерабатывается с требуемой скоростью, а это, в конечном счете, обеспечивает достижение заданной производительности технологического оборудования. Рабочая суспензия в этом случае должна находиться в процессе транспортировки и переработки в диспергированном состоянии, что при соблюдении требуемых гидравлических характеристик становится возможным только при отсутствии застойных зон в проточной полости гидравлических машин и аппаратов.

При реализации данного технологического процесса энергозатраты должны быть приближены к минимальным, обуславливая тем самым наличие минимальных местных гидравлических потерь в системе [2].

Таким образом, эффективность эксплуатации технологического гидравлического оборудования может быть обеспечена поддержанием опти-

мальных значений гидравлических характеристик. Определение этих значений возможно лишь при знании законов внутреннего структурообразования в потоках волокнистых и волокнисто-порошковых суспензий при различных режимах течения. Очевидно, что это предполагает обязательный учет результатов исследований реологических характеристик рабочих суспензий.

Как известно [8], рабочие волокнистые суспензии являются многофазными системами, которым присущи специфические законы, характеризующие гидродинамику их поведения, коренным образом отличную от движения чистой воды.

Исследование движения суспензии аналитическим путем представляет очень сложную задачу, которая пока теоретически неразрешима [4]. По этой причине общее уравнение движения волокнистой суспензии должно опираться на аналитически интерпретируемые гипотезы эмпирического происхождения.

Известно, что суть отличий поведения неньютоновской жидкости по отношению с ньютоновской заключается в отсутствии прямой пропорциональности между касательным напряжением и градиентом сдвига [6]. В этом случае вязкостные характеристики являются переменными величинами, для получения которых необходимо определить зависимость компонентов тензора напряжений от компонентов тензора деформаций [1].

При решении прикладных задач, связанных с расчетами проточных полостей гидравлических машин и аппаратов для переработки волокнистых суспензий, исходным служит общее уравнение движения в проекциях на оси координат. Выбор системы координат производится в каждом конкретном случае в соответствии с конфигурацией рассматриваемого элемента оборудования.

Для аналитического описания гидродинамики волокнистых и порошково-волокнистых суспензий в проточных полостях рассматриваемых аппаратов необходимы уравнения движения в прямоугольной и цилиндрической системах координат.

Запишем общее уравнение движения волокнистой суспензии Навье–Стокса, модернизированное Терентьевым [7], с учетом внутренних напряжений структурированного потока в векторной форме:

$$\rho \frac{d\bar{V}}{dt} = \rho F - \text{grad}P + \text{div} \left(\sum_{k=1}^{n+1} A_k e^{-\alpha_k \gamma_{ij}} + \mu \dot{\gamma}_{ij} \right), \quad (1)$$

где \bar{V} – вектор абсолютной скорости;

t – время;

ρ – плотность суспензии;

\bar{F} – вектор массовых сил;

P – среднее гидростатическое давление в потоке суспензии.

A_k, α_k – коэффициенты реологического уравнения;

$\dot{\gamma}_{ij}$ – скорость сдвига;

μ – коэффициент динамической вязкости диспергированной суспензии.

Выражение в скобках уравнения (1), учитывающее аномалию волокнистых суспензий, характеризует внутренние напряжения структурированного потока:

$$\tau_{ij} = \sum A_k e^{-\alpha_k \dot{\gamma}_{ij}} + \mu \dot{\gamma}_{ij}, \quad (2)$$

где τ_{ij} – касательное напряжение.

Окончательно систему уравнений движения волокнистой суспензии в проекциях на оси цилиндрической системы координат запишем следующим образом:

на ось Or :

$$\begin{aligned} \rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{V}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} + w \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{v^2}{r} \right) = \rho F_r - \frac{\partial p}{\partial r} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} + \right. \\ \left. + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial V}{\partial \varphi} - \frac{u}{r^2} \right) - \sum_{k=1}^{n+1} \alpha_k A_k \left[2e^{-\alpha_k \frac{du}{dr}} \frac{\partial^2 u}{\partial r} + \right. \\ \left. + \frac{1}{r} e^{-\alpha_k \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} + \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} \right)} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 V}{r \partial \varphi} - \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \varphi} \right) + e^{-\alpha_k \left(\frac{\partial w}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial z} \right)} \times \right. \\ \left. \times \left(\frac{\partial^2 w}{r \partial z} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \right] + \frac{2}{r} \sum_{k=1}^{n+1} A_k \left[e^{-\alpha_k \frac{\partial u}{\partial r}} - e^{-\alpha_k \left(\frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial \varphi} + \frac{u}{r} \right)} \right]; \end{aligned}$$

на ось $r\Delta\varphi$:

$$\begin{aligned} \rho \left(\frac{\partial V}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{V}{r} \frac{\partial v}{\partial \varphi} + w \frac{\partial V}{\partial z} + \frac{uV}{r} \right) = \rho F_\varphi - \frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial \varphi} + \\ + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{2}{r^2} \frac{\partial u}{\partial \varphi} - \frac{V}{r^2} \right) - \\ - \sum_{k=1}^{n+1} \alpha_k A_k \left[e^{-\alpha_k \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} + \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} \right)} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial \varphi} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial u}{\partial \varphi} + \frac{\partial^2 V}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{1}{r^2} V \right) + \right. \\ \left. + \frac{2}{r} e^{-\alpha_k \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} + \frac{u}{r} \right)} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{r} \frac{\tau u}{\partial \varphi} \right) \right] + \frac{2}{r} \sum_{k=1}^{n+1} A_k e^{-\alpha_k \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} + \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} \right)}; \end{aligned} \quad (3)$$

на ось Oz :

$$\rho \left(\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{V}{r} \frac{\partial w}{\partial \varphi} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) = \rho F_z - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial z} \right) - \sum_{k=1}^{n+1} \alpha_k A_k \left[e^{-\alpha_k \left(\frac{\partial w}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial z} \right)} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial z} \right) + \frac{1}{r} e^{-\alpha_k \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial \varphi} \right)} \times \right. \\ \left. \times \left(\frac{\partial^2 V}{\partial z \partial \varphi} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right) + 2 e^{-\alpha_k \frac{\partial w}{\partial z}} \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right] + \frac{1}{r} \sum_{k=1}^{n+1} A_k e^{-\alpha_k \left(\frac{\partial w}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial z} \right)}.$$

Уравнение неразрывности

$$\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \varphi} + \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{u}{r} = 0. \quad (4)$$

Система четырех уравнений (3) и (4), характеризующая движение волокнистой суспензии и составленная в проекциях на оси цилиндрической системы координат, и уравнение неразрывности позволяют находить распределение скоростей и давлений в потоке суспензии.

Она может быть использована для расчета поля скоростей в потоке напускаемой волокнистой суспензии на отливную сетку при формовании, например, диффузоров электродинамических громкоговорителей.

В начальный момент вращения потока суспензии, до начала процесса фильтрации, принято, что составляющие скорости (u и w) по осям Oz и Or равны 0.

Так как поток рабочей волокнистой суспензии в литьевом стакане находится под атмосферным давлением и имеет свободную верхнюю поверхность, в аналитических выражениях введена составляющая массовой силы F_z .

Учитывая вышеперечисленные условия и допущения, производим анализ структуры окружной скорости V в потоке суспензии с изменением ее по радиусу от стенки литьевого стакана до его центральной оси.

Исходные уравнения (3) с учетом вышеперечисленных условий и допущений преобразуем в следующие выражения:

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \rho \frac{V^2}{r}; \quad \frac{\partial \tau_{r\varphi}}{\partial r} + \frac{2}{r} \tau_{r\varphi} = 0; \quad \frac{\partial p}{\partial z} = \rho F_z. \quad (5)$$

Анализ первого уравнения системы (5) показывает, что давление во вращающемся потоке волокнистой суспензии от стенки стакана к центру изменяется пропорционально центробежной силе. После интегрирования этого уравнения получим скорость суспензии:

$$V = r \left\{ \left[-\frac{n_3 k^3}{6r^6} + \frac{3k^2 m_0 n_3 - n_2 k^2}{4r^4} + \frac{km_0 n_2 - \frac{n_1 k}{2} - \frac{3km^2 n_3}{2}}{r^2} + \right. \right. \\ \left. \left. + \ln r (n_2 m_0^2 - m_0 n_1 - m_0^3 n_3) \right] \Big|_R^0 \right\}. \quad (6)$$

Необходимые обозначения в выражении (6) выполнены в соответствии с методом решения уравнения, использованном в [3]. Уравнение (6) должно удовлетворять граничным условиям:

$$V = V_{\max} \text{ при } r = R; V = 0 \text{ при } r = 0.$$

Уравнение (6) позволяет производить расчеты эпюры скоростей в потоке волокнистой суспензии в литьевом стакане, что, с одной стороны, при наличии квадратичной эпюры дает основание утверждать о наличии диспергированного характера движения потока суспензии, а с другой – выполнять зондирование потока суспензии путем сравнения расчетных и экспериментально полученных данных.

В свою очередь, скорость рабочей волокнистой суспензии при входе в литьевую стакан и условия обеспечения турбулентного режима движения определяется следующей зависимостью [5]:

$$[V]_{\max} = \frac{64q}{d\gamma\lambda} (T + \mu), \quad (7)$$

где q – ускорение свободного падения;

d – диаметр входного патрубка;

γ – удельный вес суспензии;

λ – коэффициент гидравлических потерь на трение;

T – динамический коэффициент турбулентного перемешивания;

μ – коэффициент динамической вязкости.

Выражение $(T + \mu)$ в уравнении (7) определяется как

$$\tau = (T + \mu)\dot{\gamma}, \quad (8)$$

откуда

$$\frac{\tau}{\dot{\gamma}} = T + \mu. \quad (9)$$

Произведя замену двучлена (9) в формуле (7), получим выражение максимальной скорости потока при выходе из тангенциального патрубка в литьевой стакан:

$$[V]_{\max} = \frac{64q}{d\gamma\lambda} \frac{\tau}{\dot{\gamma}}. \quad (10)$$

В выражении (10) для определенной конструкции узла формирования конкретного типа диффузоров головок прямого излучения первый сомножитель представляет собой постоянную величину:

$$\xi = \frac{64q}{d\gamma\lambda}. \quad (11)$$

Величины касательного напряжения τ и градиента скорости $\dot{\gamma}$ должны принимать критические значения в выражении (10), так как только в этом случае будет обеспечено диспергированное состояние напускаемой рабочей волокнистой суспензии [5].

Параметры τ и $\dot{\gamma}$ можно определить по кривой течения волокнистой суспензии, которую можно получить экспериментально с использованием ротационной вискозиметрии. С учетом выражения (11) и требований к структуре напускаемой волокнистой суспензии максимальная скорость волокнистой суспензии при входе в литьевой стакан

$$[V]_{\max} = \xi \frac{[\tau]_{\text{кр}}}{[\dot{\gamma}]_{\text{кр}}}. \quad (12)$$

Используя полученные аналитические выражения, можно при гидродинамической закрутке производить прогнозирование состояния структуры рабочей волокнистой суспензии в процессе формирования диффузоров.

Для поддержания диспергированного состояния волокнистой суспензии необходимо при этом обеспечить требуемую линейную скорость течения потока:

$$V = \frac{[\dot{\gamma}]_{\text{кр}} d}{2}. \quad (13)$$

В свою очередь, исходя из технологических параметров формирования диффузоров, скорость потока волокнистой суспензии определяется следующим выражением:

$$V = \frac{Y_{\phi}}{F_{\phi} t}, \quad (14)$$

где Y_{ϕ} – объем волокнистой суспензии, необходимый для получения диффузора заданной массы;

F_{ϕ} – суммарная площадь отверстий подсетника;

t – время формирования диффузора.

Из равенства выражений (13) и (14) следует:

$$\frac{[\dot{\gamma}]_{\text{кр}} d}{2} = \frac{Y_{\phi}}{F_{\phi} t}. \quad (15)$$

Следовательно, из (15) диаметр входного тангенциального патрубка

$$d = \frac{2Y_{\phi}}{[\dot{\gamma}]_{\text{кр}} F_{\phi} t}. \quad (16)$$

Окончательное выражение для определения диаметра входного тангенциального патрубка с учетом аналитического выражения оптимального времени формирования [5] будет иметь следующий вид:

$$d = \frac{2[(1 + \alpha)Y_1 - Y_1 + Y_3]}{[\dot{\gamma}]_{\text{кр}} F_{\phi} \frac{1}{kHc_1} \left[\frac{1}{2} c_0 (h_0^2 - h^2) - c_0 h_0 (h_0 - h) - \lambda c_1 (h_0 - h) \right]}. \quad (17)$$

Определив диаметр входного тангенциального патрубка (16), найдем величину давления, обеспечивающего подачу диспергированной суспензии из дозатора в мерный стакан:

$$p = \frac{1}{2q\mu^2} \left[\frac{(1 + \alpha)Y_1 - Y_2 + Y_3}{F_\phi \frac{1}{kHc_1} \left[\frac{1}{2} c_0 (h_0^2 - h^2) - c_0 h_0 (h_0 - h) - \lambda c_1 (h_0 - h) \right]} \right]. \quad (18)$$

Таким образом, для обеспечения гидродинамической закрутки потока волокнистой суспензии, а следовательно, и получения оптимальных условий формования аналитически необходимо определить диаметр входного тангенциального патрубка по выражению (17) и давления для подачи суспензии в диспергированном состоянии (18).

Выводы

С использованием модернизированного общего уравнения движения волокнистой суспензии О.А. Терентьева разработаны технологические параметры процесса подачи, напуска и формования изделий из суспензий различного композиционного состава, при этом предусмотрены условия движения, способствующие полной диспергации потока и исключению процессов флокуляции и седиментации композиционных составляющих с последующей фильтрацией подаваемого порционного количества рабочей суспензии на формующую сетку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Альтшуль, А.Д.* Гидравлика и аэродинамика [Текст] / А.Д. Альтшуль, П.Г. Киселев. – М.: Стройиздат, 1965. – 360 с.
2. *Климов, В.И.* Теоретические основы гидротранспорта волокнистых материалов целлюлозно-бумажных производств [Текст]: автореф. дис. ... докт. техн. наук / В.И. Климов. – Л., 1986. – 36 с.
3. *Лойцянский, Л.Г.* Механика жидкости и газа [Текст] / Л.Г. Лойцянский. – М.: Наука, 1978. – 736с.
4. *Розе, Н.В.* Об уравнениях движения некоторых неньютоновских жидкостей [Текст] / Н.В. Розе // Машины и технология переработки полимеров: материалы конф. ЛТИ им. Ленсовета. – Л., 1967. – С. 49–51.
5. *Руденко, А.П.* Теоретические основы и пути совершенствования процессов массоподготовки и принудительного формования изделий из суспензий различного композиционного состава [Текст]: автореф. дис. ... докт. техн. наук / А.П. Руденко. – Красноярск, 2001. – 36 с.
6. *Терентьев, О.А.* Гидродинамика волокнистых суспензий [Текст] / О.А. Терентьев. – Л.: ЛТИ ЦБП, 1972. – 142 с.
7. *Терентьев, О.А.* Гидродинамика волокнистых суспензий в целлюлозно-бумажном производстве [Текст] / О.А. Терентьев. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 248 с.
8. *Уилкинсон, У.Л.* Неньютоновские жидкости [Текст] / У.Л. Уилкинсон. – М.: Мир, 1964. – 216 с.

Поступила 10.07.09

A.P. Rudenko, V.V. Eremenko, L.V. Kutovaya
Siberian State Technological University

Technological Effect of Using Modernized General Movement Equation for Fibrous Suspension of O.A. Terentiev for Formation of Diffusers of Direct Radiation Cap

Theoretical basis of the process of feeding, overlapping and molding goods from suspensions of different compositional structure guaranteeing the required quality achievement is elaborated. The flow motion conditions are foreseen fostering its complete dispersing and removal of flocculation and sedimentation of compositional constituents with the follow-up filtration of continuously supplied unit volume of working suspension on the molding net.

Keywords: fibrous and fibrous-powder suspension, compositional structure, forced molding, dispersed state, hydraulic and rheological characteristics, structured flow, velocity field, hydrodynamic twist.

УДК 547.992.3

И.В. Сумерский, С.М. Крутов, А.В. Пранович, М.Я. Зарубин

С.-Петербургская государственная лесотехническая академия

Сумерский Иван Викторович родился в 1984 г., окончил в 2007 г. С.-Петербургскую государственную лесотехническую академию, аспирант кафедры органической химии СПбГЛТА. Имеет 10 печатных работ в области химии лигнина.

E-mail: masterVAN@rambler.ru



Крутов Степан Минаевич окончил в 1966 г. Ленинградскую лесотехническую академию, профессор кафедры органической химии С.-Петербургской государственной лесотехнической академии, почетный работник высшего профессионального образования РФ. Имеет более 120 научных работ по различным направлениям химии древесины.

E-mail: ftaorgchem@yandex.ru



Пранович Андрей Викторович родился в 1957 г., окончил в 1979 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат химических наук, доцент Университета Або Академия и факультета химической технологии и биотехнологии С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет около 100 научных публикаций.

E-mail: apranovi@abo.fi



Зарубин Михаил Яковлевич родился в 1930 г., окончил в 1954 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор химических наук, профессор С.-Петербургской государственной лесотехнической академии, академик Международной академии наук о древесине, заслуженный деятель науки РФ, председатель Совета экспертов по химии растительных ресурсов при ЮНЕСКО. Имеет более 300 научных трудов в области органической химии и химии древесины.

E-mail: fta-zarubin@mail.ru



ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПРЕПАРАТОВ ЛИГНИНА МЕТОДОМ DFRC

Определены оптимальные условия применения метода DFRC для исследования препаратов лигнинов.

Ключевые слова: модельные соединения лигнина, лигнин Бьёркмана, β-эфирная связь, бромистый ацетил, метод DFRC.

Одним из направлений химической переработки древесины является ее гидролиз разбавленной серной кислотой в целях получения этанола, кормовых дрожжей, фурфурола и др. [4]. Развитие гидролизной промышленности сдерживается многими факторами, в том числе, образованием крупнотоннажных отходов – технического гидролизного лигнина (ТГЛ), который составляет около трети от массы вещества древесины, оставшейся после гидролиза. Эти отходы трудно разлагаются в природных условиях и загрязняют окружающую среду. В отвалах гидролизных заводов России уже накоплены миллионы тонн ТГЛ, и их количество продолжает расти [5].

В настоящее время ТГЛ применяется незначительно. Для нахождения новых направлений его использования, особенно в качестве сырья для химической переработки, необходимы дополнительные знания о его структуре и реакционной способности.

Одним из перспективных методов исследования лигнинов является метод дериватизации с последующим восстановительным расщеплением. Основой для него послужили работы Джонсона и др. (1961 г.), в дальнейшем он был модифицирован Иамой и Уолисом (1988 г.) [7]. Разработанный ими метод заключался в растворении лигноцеллюлозного материала в растворе ацетилбромидов в ледяной уксусной кислоте и определении количества лигнина по УФ-поглощению раствора при характерной для лигнинов (хвойных пород древесины) длине волны (280 нм).

В своих исследованиях Ф. Лу и Д. Ральфа [8] данный метод использовали уже для качественной характеристики образцов растительного происхождения, предложив после растворения в ацетилбромиде последующее восстановление цинковой пылью. На ряде модельных соединений лигнина они показали, что при этом селективно расщепляются β -эфирные связи [8]. В дальнейшем метод был применен к древесине и выделенным препаратам лигнина. Новому методу расщепления эфирной связи в лигнине было дано название *Derivatization followed by reductive cleavage*, аббревиатура которого DFRC отражает название института, где он был разработан (Dairy Forage Research Center).

Цель нашей работы – изучить методом DFRC модельные соединения лигнина и его препараты.

Нами на основании ранее полученных экспериментальных данных по исследованию лигнинов методом DFRC [8] внесены в него дополнения. Модифицированный нами метод DFRC включает следующие стадии.

Обработка ацетилбромидом. Образец лигнина соответствующей массы помещали в круглодонную колбу и приливали на 1 г лигнина 250 мл заранее приготовленного раствора ацетилбромидов в ледяной уксусной кислоте ($\text{AcBr} : \text{AcOH} - 20 : 80$ об. частей). Смесь перемешивали на магнитной мешалке при температуре 50 °С в течение 20 ч. По завершении обработки раствор упаривали на ротационном испарителе при температуре ниже 50 °С.

Восстановительное расщепление цинком. После упаривания остаток растворяли в 250 мл смеси диоксан : уксусная кислота : вода (5 : 4 : 1 об. частей). К хорошо перемешиваемой смеси добавляли цинковую пыль (5 г на 1 г лигнина) и продолжали перемешивание в течение 30 мин. После этого смесь фильтровали на бумажном фильтре, осадок на фильтре промывали примерно 100 мл воды и 100 мл CH_2Cl_2 . Получаемый фильтрат количественно переносили в делительную воронку и пятикратно экстрагировали порциями CH_2Cl_2 объемом 20 мл. Объединенный экстракт упаривали на ротационном испарителе при температуре ниже 50 °С.

Анализ продуктов расщепления. Полученные сухие экстракты ацетилировали [8] и анализировали с помощью высокоэффективной жидкостной (ВЭЖХ) и газовой (ГЖХ) хроматографии, хромато-масс-спектрометрии (ХМС) и др. методами.

Для ВЭЖХ использовали жидкостный хроматограф, состоящий из насоса Shimadzu LC-10ATVP, устройства автоматического ввода проб с термостатом колонок Spark Holland Marathon-XT, низкотемпературного испаряющего детектора светорассеивания SEDERE SEDEX 85 LF и двух последовательно соединенных колонок: Jordi Gel DVB 500A (300,0 мм × 7,8 мм) с предколоной Jordi RP-DVB SM-500 (7,5 мм × 4,6 мм). Элюент – тетрагидрофуран; скорость элюирования 0,8 мл/мин; давление в системе около 22 бар; температура термостата колонок 40 °С. Фильтрация проб: 0,2 мкм PTFE фильтр для шприцев; объем пробы 50 мкл; концентрация пробы 0,5...0,8 мг/мл. Параметры детектора LT-ELSD: ВЭЖХ небулайзер; температура 40 °С; давление воздуха 3,5 бар; коэффициент усиления 3. Время анализа 25 мин.

ГЖХ-анализы проводили на газовом хроматографе Perkin Elmer Autosystem XL с пламенно-ионизационным детектором. Колонки – капиллярные: канал А – J&W HP-1 (25 м × 0,199 мм); толщина пленки жидкой фазы (метилсилоксан) 0,11 мкм; канал Б – J&W HP-5 (25 м × 0,204 мм); толщина пленки жидкой фазы (5 %-й фенилметилсилоксан) 0,11 мкм. Программирование температуры колонки: подъем от 120 (1 мин изотермы) до 320 °С со скоростью 6 °С/мин, затем 15 мин изотермы при 320 °С. Программирование температуры испарителя: подъем от 160 до 260 °С со скоростью 8 °С/мин, затем 15 мин изотермы при 260 °С. Газ-носитель – водород; скорость газа-носителя в колонке 0,8 мл/мин. Соотношение анализируемой и сброшенной пробы в испарителе 1 : 24. Температура детектора 320 °С. Объем пробы 1 мкл.

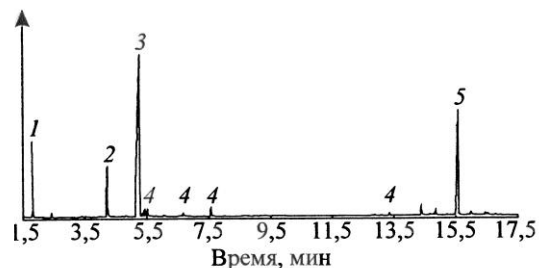
Для проведения ХМС-анализов использовали хромато-масс-спектрометр 6850А модели G2629А с селективным масс-спектрометрическим детектором HP5973 Network модели G2577А (Agilent Technologies, Inc.). Энергия ионизации 70 эВ. Температура сепаратора 280 °С; температура ионного источника 230 °С. Колонка – капиллярная HP-5MS (30 м × 0,25 мм); толщина пленки стационарной жидкой фазы (5 %-й фенилметилсилоксан) 0,25 мкм. Программирование температуры колонки: подъем от 60 до 280 °С со скоростью 5 °С/мин, затем 10 мин изотермы при 280 °С. Температура испарителя 280 °С. Скорость газа носителя (гелий) 1 мл/мин.

Метод DFRC был проверен на модельных соединениях лигнина: А – 1-(3,4-диметоксифенил)-2-(2-метоксифенокси)-пропанол-1; Б – 1-(3,4-димертоксифенил)-2-(2-метоксифенокси)-пропанол-1; В – 1-(3-метокси-4-гидрокси-фенил)-2-(2-метоксифенокси)-пропанол-1. Чистота и строение всех исследованных модельных соединений лигнина подтверждены методами ТСХ, ХМС и ЯМР.

Продукты деструкции модельных соединений лигнина были проанализированы методом ХМС.

На рис. 1 представлена газожидкостная хроматограмма продуктов, полученных после обработки модельного соединения А.

Рис. 1. ГЖ-хроматограмма продуктов, полученных после DFRC обработки модельного соединения А: 1 – метоксифенилацетат; 2 – 1-(3,4-диметоксифенил)-пропанон-2; 3 – 1-(3,4-диметоксифенил)-пропанон-1; 4 – неидентифицированные продукты; 5 – внутренний стандарт



В ходе эксперимента установлено, что исходное соединение А полностью прореагировало. Среди продуктов реакции выявлено три преобладающих компонента: 2-метоксифенилацетат (пик 1); 1-(3,4-диметоксифенил)-пропанон-2 (пик 2) и 1-(3,4-диметоксифенил)-пропанон-1 (пик 3). Выходы соответственно составили 8,5; 6,5 и 57,4 %. Масс-спектры пиков 2 и 3 и предполагаемая фрагментация молекулярных ионов основных продуктов реакции представлены на рис. 2.

Результаты деструкции модельных соединений лигнина, содержащих β -O-4 эфирную связь, подтвердили возможность расщепления этого типа эфирных связей методом DFRC [3].

Для проверки применимости данного метода к исследованию препаратов нативного и промышленного лигнинов были изучены препараты лигнина Бьёркмана (I), лигнина Бьёркмана, обработанного в условиях, приближенных к условиям промышленного гидролиза древесины (II), и лигнина Вильштеттера (III и IV).

Образец I был выделен из древесины ели по стандартной методике [6]. Основные характеристики выделенного нами лигнина Бьёркмана I, в том числе и спектр ЯМР ^{13}C , совпадают с литературными данными [6].

Образец II был получен из лигнина Бьёркмана в условиях, приближенных к условиям промышленного гидролиза древесины. Кислотный гидролиз лигнина Бьёркмана II проводили в стальных автоклавах вместимостью около 3 мл при температуре 175 °С.

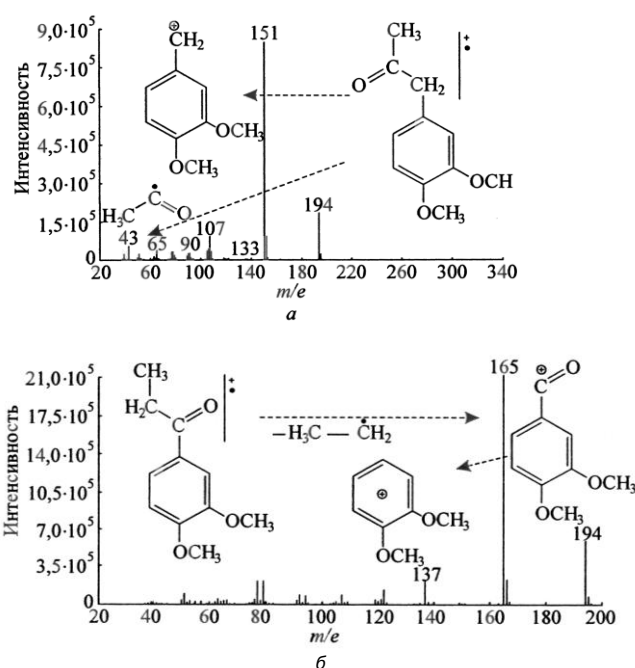


Рис. 2. Масс-спектры пиков 2 (а) и 3 (б) с рис. 1

Гидромодуль варки 1 : 20, продолжительность обработки 2 ч. Затем автоклав охлаждали на водяной бане со льдом и его содержимое количественно переносили на мелкопористый стеклянный фильтр Шота (размер пор 16 мк). Осадок на фильтре, который является препаратом гидролизного лигнина, промывали небольшим количеством воды и CH_2Cl_2 , сушили при комнатной температуре в эксикаторе под вакуумом и измельчали в фарфоровой ступке. Измельченный препарат II имел темно-коричневую окраску, схожую с окраской технических гидролизных лигнинов. Выход гидролизного лигнина в двух параллельных опытах составил 79,6 % от массы исходного лигнина Бьёркмана.

Лигнин Вильштеттера был получен из ТГЛ Тавдинского завода по стандартной методике при действии сверхконцентрированной соляной кислоты (плотность 1,22 г/см³) и пониженных температурах (1...5 °С) [2]. Он характеризовался практически полным отсутствием углеводов. Полученный лигнин Вильштеттера по методу DFRC обрабатывали 20 и 8 %-ми растворами ацетилбромида (AcBr) в ледяной уксусной кислоте с получением соответственно образцов III и IV. Характеристика образовавшихся продуктов деструкции приведена в таблице.

В результате обработки лигнина Бьёркмана по методу DFRC суммарный выход продуктов расщепления составил более 100 % от массы исходного лигнина (см. таблицу).

Значительный прирост массы продуктов расщепления по сравнению с массой исходного лигнина указывает на то, что обработка бромистым ацетилом приводит к ацелированию как свободных гидроксильных групп, так и гидроксильных групп, образующихся в результате расщепления α - и β -эфирных связей лигнина Бьёркмана.

Повторно ацелированные по стандартной методике [8] продукты расщепления лигнина Бьёркмана были исследованы методом ХМС. Найдено, что среди них преобладают 4-метокси-бензальдегид и кониферилловый спирт.

Молекулярно-массовые характеристики продуктов расщепления лигнина Бьёркмана (I, II) были получены методом эксклюзионной ВЭЖХ (рис. 3). Из представленной хроматограммы видно, что лигнин Бьёркмана I расщепляется на широкий спектр продуктов от мономерных до олигомерных соединений с молекулярной массой (ММ) от 240 до 900. Можно предположить, что лигнин Бьёркмана I состоит из структурных фрагментов с ММ от 240 до 900, соединенных между собой простыми α - и β -арилэфирными связями. В свою очередь, фенилпропановые звенья в этих структурах могут быть связаны углерод-углеродными связями, например β -5 или β -1.

Образец	Масса, мг, образца, взятого на обработку	Осадок		CH_2Cl_2 -фракция	
		мг	%*	мг	%*
I	96,8	4,3	4,4	136,3	140,8
II	95,6	78,4	82,0	54,5	57,0
III	23,5	14,5	60,8
IV	106,3	44,7	42,1

*Относительно массы образца, взятого на обработку.

Чтобы исключить влияние сопутствующих веществ (нативные и окисленные жирные и смоляные кислоты, стерины, терпены, часть трудногидролизуемых полисахаридов, редуцирующие вещества (моносахариды, фурфурол и др.), остатки серной кислоты [4]), всегда присутствующих в технических лигнинах, метод DFRC был предварительно применен к полученному в лабораторных условиях образцу лигнина Бьёркмана II.

Известно, что природный лигнин представляет из себя пространственный полимер сетчатого строения [1]. В этом полимере фенилпропановые звенья связаны между собой углерод-углеродными и простыми эфирными связями. В процессе гидролиза преимущественно расщепляются α -эфирные связи. При этом в получаемом при кислотном гидролизе лигнине сохраняются β -O-4 связи. Высокий выход продуктов расщепления при обработке лигнина II, вероятно, можно объяснить значительным количеством β -O-4 связей, расщепляемых по методу DFRC (см. таблицу).

Суммарный выход нерастворимого остатка и растворимых в CH_2Cl_2 продуктов расщепления препарата лигнина II значительно превышает 100 % (см. таблицу). Можно предположить, что при обработке по методу DFRC протекает ацелирование как исходного лигнина, так и продуктов его расщепления.

Молекулярно-массовые характеристики продуктов расщепления препарата лигнина II были исследованы методом эксклюзионной ВЭЖХ (рис. 3). Из представленной хроматограммы видно, что образец II расщепляется на олигомерные соединения, молекулярная масса которых находится в пределах от 350 до 800.

Таким образом, структура лигнина в условиях промышленного гидролиза древесины сильно изменяется, в том числе и за счет возможного образования новых углерод-углеродных связей. Однако, основываясь на полученных данных, можно предположить, что в структуре препарата лигнина II остается небольшое количество соединенных с другими субструктурами лигнина простыми эфирными (главным образом β -эфирными) связями структурных фрагментов, молекулярные массы которых находятся в пределах от 350 до 800.

Для проверки применимости метода DFRC к исследованию технических гидролизных лигнинов предварительно было проведено исследование лигнина Вильштеттера. Следует отметить, что в отличие от технических

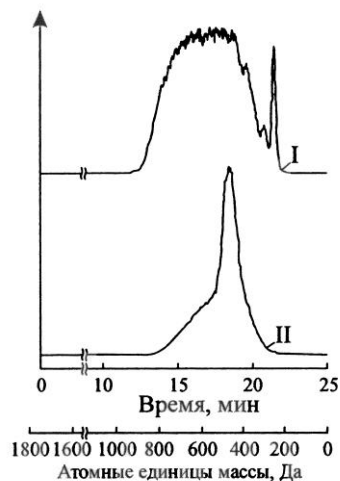


Рис. 3. Эксклюзионные хроматограммы лигнина Бьёркмана, (I) и лигнина Бьёркмана, обработанного в условиях, приближенных к условиям промышленного гидролиза древесины (II)

лигнинов в лигнине Вильштеттера практически отсутствуют экстрактивные вещества (смоляные и жирные кислоты) и остаточные полисахариды.

Условия проведения обработок были взяты из работы [8] (длительность 3 ч, температура бани 50 °С). При концентрации АсВг в ледяной уксусной кислоте 20 и 8 % были получены соответственно образцы III и IV, выход продуктов расщепления составил соответственно 60 и 40 %.

Молекулярно-массовые характеристики продуктов расщепления лигнина Вильштеттера были исследованы методом эксклюзионной ВЭЖХ. Как видно из рис. 4, в обоих случаях происходит образование олигомерных соединений, молекулярные массы которых находятся в пределах 250...650 и 250...550 соответственно для 20 и 8 %-х растворов АсВг.

Выводы

1. Показана принципиальная возможность расщепления модельных соединений лигнина и препаратов лигнина методом DFRC.

2. На примере лигнинов Бьёркмана I и II показано, что в данных условиях структура лигнина изменяется, в том числе и за счет возможного образования новых углерод-углеродных связей.

3. Установлено, что в структуре препарата лигнина II остается небольшое количество структурных фрагментов с молекулярной массой от 350 до 800, соединенных с другими субструктурами лигнина простыми эфирными связями, главным образом β-эфирными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Оболенская, А.В.* Практические работы по химии древесины и целлюлозы [Текст] / А.В. Оболенская, В.П. Щеголев, Г.Л. Аким. – М.: Лесн. пром-ть, 1965. – С. 121.
2. *Сарканен, К.В.* Лигнины (структура, свойства, реакции) [Текст]/К.В. Сарканен, К.Х. Людвиг. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 632 с.
3. *Сумерский, И.В.* Расщепление β-эфирных связей лигнина бромистым ацетилом [Текст] / И.В. Сумерский, СМ. Крутов, М.Я. Зарубин // Известия СПбГЛТА. – 2008. – Вып. 186. – С. 206–217.
4. *Холькин, Ю.И.* Технология гидролизных производств [Текст]/Ю.И. Холькин. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 351 с.

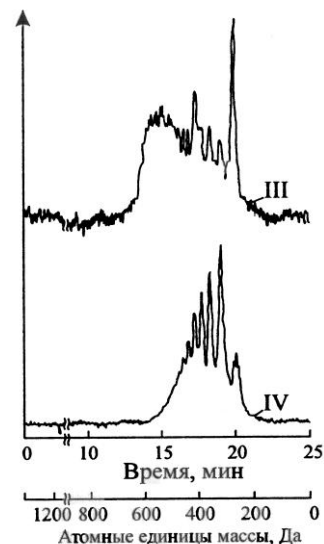


Рис. 4. ВЭЖХ-хроматограммы продуктов расщепления лигнина Вильштеттера, полученных по методу DFRC при использовании 20 (III) и 8 %-х (IV) растворов АсВг

5. Чудаков, М.И. Промышленное использование лигнина [Текст] / М.И. Чудаков. – М: Лесн. пром-ть, 1983. – 200 с.
6. Capanema, A.E. Comprehensive Approach for Quantitative Lignin Characterization by NMR Spectroscopy [Text] / A.E. Capanema, M.Y. Balakshin, J.F. Kadla // J. Agric. Food Chem. – 2004. – N 52. – P. 1850–1860.
7. Lin, S.Y. Methods in lignin chemistry [Text] / S.Y. Lin, C.W. Dence. – Berlin: Springer-Verlag, 1992. – С. 42–49.
8. Lu, F. Derivatization Followed by Reductive Cleavage (DFRC Method), a New Method for Lignin Analysis: Protocol for Analysis of DFRC Monomers [Text] / F. Lu, J. Ralph // J. Agric. Food Chem. – 1997. – N 45. – P. 2590–2592.

Поступила 24.08.09

I.V. Summersky, S.M. Krutov, A.V. Pranovich, M.Ya. Zarubin
Saint-Petersburg State Forest Technical Academy

Investigation of Model Compounds and Lignin Preparations by DFRC method

Optimal conditions for using DRFC method are determined for investigation of lignin preparations.

Keywords: model compounds of lignin, Bjorkman lignin, β -ether bond, bromide acetyl, DRFC method.

УДК 66.013.6:674.817-41

Н.Г. Чистова

Сибирский государственный технологический университет

Чистова Наталья Геральдовна родилась в 1962 г., окончила в 1984 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры лесоинженерного дела Сибирского государственного технологического университета. Имеет 130 печатных работ в области комплексного использования древесного сырья, переработки древесных отходов в производстве древесноволокнистых плит.
E-mail: chistova@lfsibgtu.ru



ЭНЕРГОЗАТРАТЫ РАЗМОЛЬНОГО УЧАСТКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Показано, что использование оптимальных режимов работы ножевых размольных установок при обработке щепы и древесноволокнистой массы снижает энергозатраты на размол.

Ключевые слова: градус помола, древесноволокнистая масса, рафинатор, дефибратор.

В производстве древесноволокнистых плит (ДВП), как и в производстве картона и бумаги, определяющим этапом является предварительная подготовка исходного полуфабриката (щепы, древесной массы), или процесс размола. Это один из наиболее энергоемких процессов при производстве ДВП, потребляющий до 65 % от всех затрат электроэнергии данного производства [1].

Цель эксперимента – исследовать влияние качества помола (степени помола – ДС) и основных конструктивных технологических параметров размалывающих машин при всех прочих равных условиях технологического процесса и сохранении качественных показателей ДВП на удельный расход электроэнергии.

Исследования проводили в производственных условиях завода ДВП ЗАО «Лесосибирский ЛДК-1», на дефибраторе RT-50 (первая степень размола) и рафинаторе RR-50 (вторая степень).

Программа экспериментальных исследований реализована комплексом активных однофакторных и многофакторных экспериментов. Результаты исследований обработаны по В-плану второго порядка для получения математических моделей в целях описания объекта и поиска оптимальных условий функционирования исследуемой системы. Коэффициенты регрессии рассчитаны на ЭВМ с использованием пакета программ STATISTICA-5 (квази ньютоновский метод).

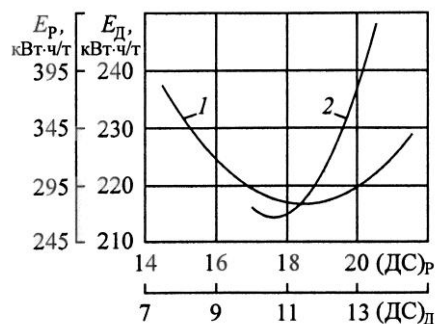


Рис. 1. Зависимость удельного расхода электроэнергии от степени помола массы на рафинаторе (1) и дефибраторе (2)

Значения уровней (min и max) и шага варьирования h для однофакторного эксперимента по определению зависимости удельного расхода электроэнергии от степени помола массы представлены в табл. 1.

В результате исследования влияния степени помола на удельный расход электроэнергии (однофакторный эксперимент) получены следующие математические зависимости:

для дефибратора

$$E_d = 4281,9 - 672,8 (\text{ДС}) + 27,7 (\text{ДС})^2; \quad (1)$$

для рафинатора

$$E_p = 155680,0 + 16745,0 (\text{ДС}) + 470,0 (\text{ДС})^2. \quad (2)$$

Наглядное представление о влиянии фактора на отклик дают графические зависимости, построенные по полученным математическим моделям (рис. 1). Из графиков видно, что с ростом степени помола щепы на дефибраторе удельный расход электроэнергии повышается, а с ростом степени помола древесноволокнистой массы на рафинаторе до 18,5 ДС этот показатель снижается, но при дальнейшем увеличении степени помола он возрастает.

Таблица 1

Уровни и шаг варьирования факторов

Фактор	Уровни варьирования		Шаг h
	min	max	
Степень помола массы для дефибратора	10,7	13,7	0,3
Степень помола массы для рафинатора	14,5	21,5	0,5

Таблица 2

Интервал и уровни варьирования управляемых факторов эксперимента

Фактор	Обозначение фактора		Интервал варьирования фактора	Уровни варьирования фактора		
	натуральное	нормализованное		нижний (-1)	основной (0)	верхний (+1)
Износ сегментов, мм	L/h	X_1	4	2	6	10
Зазор между дисками, мм	z	X_2	0,05	0,05	0,1	0,15
Частота вращения нижнего шнека, об/мин	n	X_3	1,7	12,0	13,7	15,4
Концентрация древесноволокнистой массы, %	c	X_3	0,5	2,5	3,0	3,5

Таким образом, достижение степени помола свыше 10,5...11,5 ДС (первая ступень) и 20,0...21,0 ДС (вторая ступень) нецелесообразно, так как, с одной стороны, возрастает удельный расход электроэнергии на размол, с другой – данные показатели степени помола, как показали исследования [2], являются оптимальными для получения твердых древесноволокнистых плит мокрым способом из хвойных пород древесины. Дальнейшее увеличение

степени помола ухудшает некоторые физико-механические показатели готовой плиты, например водопоглощение.

Полученные однофакторные зависимости позволяют контролировать удельный расход электроэнергии при размоле, не ухудшая качество помола.

На следующем этапе исследований был спланирован и реализован многофакторный эксперимент по определению функциональных зависимостей удельного расхода электроэнергии E от варьирования конструктивных и технологических параметров размалывающих машин:

для дефибратора

$$E_d = f(L/h, z, n); \quad (3)$$

для рафинатора

$$E_p = f(L/h, z, c), \quad (4)$$

где L/h – износ сегментов;

z – зазор между дисками;

n – частота вращения нижнего шнека;

c – концентрация массы

Уровни и интервалы варьирования исследуемых факторов для трехфакторного эксперимента на первой (дефибратор) и второй (рафинатор) ступенях размолы приведены в табл. 2.

В результате исследований влияния основных конструктивных технологических параметров дефибратора ($L/h, z, n, c$) и рафинатора ($L/h, z, c$) на удельный расход электроэнергии получены следующие математические зависимости:

для дефибратора

$$9^* \quad E_d = 179,520 + 2,5953(L/h) - 39,398z + 2,45868n + 0,066375(L/h)^2 - 25z^2 + 0,02164n^2 - 5,625((L/h)z) - 0,09192((L/h)n) + 1,471(zn); \quad (5)$$

для рафинатора

$$E_p = 621,155 - 13,2680(L/h) - 167,050z - 312,455c + 2,48(L/h)^2 + 3876z^2 + 79,76c^2 - 15,625((L/h)z) - 0,9375((L/h)c) - 347,8(zc). \quad (6)$$

Значения расчетных коэффициентов в уравнениях подтверждают влияние данного фактора или его взаимодействие с другим фактором на удельный расход электроэнергии при размоле.

По полученным моделям с натуральными обозначениями факторов построены графические зависимости удельного расхода электроэнергии от износа сегментов, зазора между ротором и статором, частоты вращения нижнего шнека дефибратора, концентрации массы перед рафинатором. В качестве примера на рис. 2 для дефибратора представлены графики при фиксировании z на максимальном уровне, для рафинатора – при фиксировании L/h на максимальном уровне.

Исследуя и анализируя данные графики и соответствующие математические зависимости, можно определить при каких значениях параметров машины расходуется наименьшее количество электроэнергии для производства плит с заданными качественными показателями.

Из рис. 2 видно, что при увеличении износа сегментов и возрастании частоты вращения нижнего шнека n на дефибраторе при фиксировании зазора между размалывающими дисками ($z = 0,05; 0,10$ и $0,15$ мм) удельный расход электроэнергии значительно увеличивается.

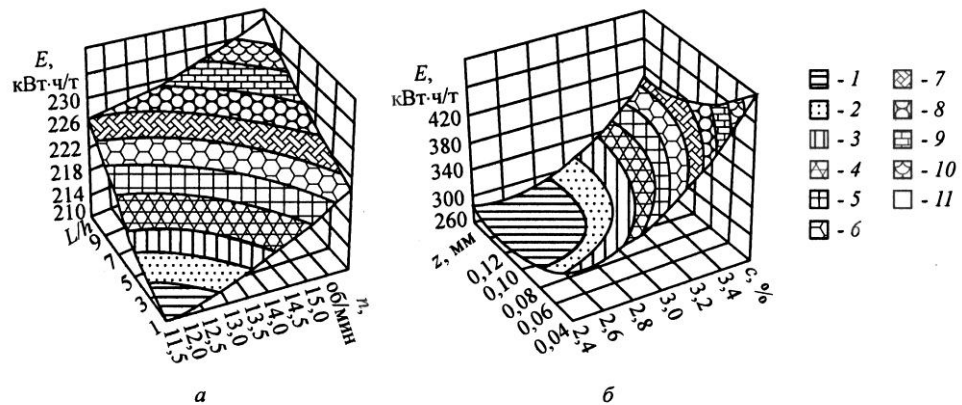


Рис. 2. Зависимость удельного расхода электроэнергии E при фиксировании зазора z между сегментами дефибратора (а) ($1 - E_d = 212,4$ кВт·ч/т; $2 - 214,8$; $3 - 217,3$; $4 - 219,7$; $5 - 222,1$; $6 - 224,5$; $7 - 227,0$; $8 - 229,4$; $9 - 231,8$; $10 - 234,2$ кВт·ч/т; $11 -$ above) и износе сегментов (L/h) рафинатора (б) ($1 - E_p = 292,8$ кВт·ч/т; $2 - 313,5$; $3 - 334,3$; $4 - 355,0$; $5 - 375,7$; $6 - 396,4$; $7 - 417,1$; $8 - 437,8$; $9 - 458,6$; $10 - 479,3$ кВт·ч/т; $11 -$ above)

частота вращения нижнего шнека оказывает на расход электроэнергии большее влияние, чем величина зазора. Так, для $z = 0,15$ мм и $n = 12,0$ об/мин удельный расход электроэнергии $E = 215,0$ кВт·ч/т; для $z = 0,15$ мм и $n = 15,0$ об/мин – $226,5$ кВт·ч/т; для $z = 0,05$ мм и $n = 12,0$ об/мин – $218,5$ кВт·ч/т, для $z = 0,05$ мм и $n = 15,0$ об/мин – $232,0$ кВт·ч/т. При фиксировании исследуемых факторов на минимальном уровне зависимость роста удельного расхода электроэнергии от изменения тех же самых конструктивных параметров машины сохраняется.

Результаты, полученные в работе, трудно реализовать на практике, а тем более их прогнозировать. Например, из графика, представленного на рис. 2, б, видна зависимость удельного расхода электроэнергии при размоле массы на рафинаторе одновременно от варьирования зазора между ротором и статором и концентрации древесноволокнистой массы при износе сегментов до 90 %.

На рис. 3 представлены графики, показывающие зависимость удельного расхода электроэнергии от изменения степени помола при базовом и

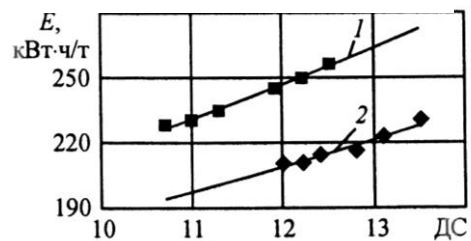


Рис. 3. Зависимость удельного расхода электроэнергии от степени помола при базовом (1) и оптимальном (2) режимах работ

оптимальном режимах работы размалывающих машин. С улучшением отдельных параметров размалывающих установок и достижением оптимальных условий их работы удельный расход электроэнергии имеет тенденцию к существенному снижению.

Используя оптимальные режимы, можно снизить удельный расход электроэнергии на обеих ступенях размола в среднем на 30...50 кВт·ч/т на одну единицу оборудования.

Выводы

1. Выявлена зависимость удельного расхода электроэнергии от степени помола, что позволяет, не снижая качества помола, варьировать энергозатраты процесса, стремясь к их снижению.

2. Получены уравнения, устанавливающие зависимость удельного расхода электроэнергии от основных технологических и конструктивных параметров размалывающих машин, которые могут быть использованы для прогнозирования степени помола и поиска оптимального (с точки зрения производительности и энергоемкости процесса размола) режима работы размольного оборудования, обеспечивающего все установленные ограничения на качественные показатели ДВП.

3. Обработка щепы и древесноволокнистой массы на ножевых размольных установках с оптимальными режимами работы снижает энергозатраты на разمول по сравнению с производственными условиями работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алашкевич, Ю.Д.* Исследование гидродинамических явлений в процессе размола волокон в ножевых и размалывающих машинах [Текст]: дис. ... докт. техн. наук / Ю.Д. Алашкевич. – Л., 1970. – 143 с.

2. *Чистова, Н.Г.* Исследование процесса размола древесной массы на промышленных установках при производстве ДВП [Текст]: монография / Н.Г. Чистова, Ю.Д. Алашкевич. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – 114 с.

Поступила 11.03.09

N.G. Chistova
Siberian State Technological University

Power Consumption of Grinding Section in Fiber Board Production

It is shown that the use of optimal operation modes of blade grinding devices in treatment of chips and wood-fiber mass reduces the power consumption for grinding.

Keywords: grinding degree, wood-fiber mass, refiner, defibrator.

УДК 630*867.5

Ю.Л. Юрьев, Т.М. Панова, Н.А. Дроздова

Уральский государственный лесотехнический университет

Юрьев Юрий Леонидович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой химической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 130 печатных работ в области термохимической переработки древесины.

E-mail: bluestones@mail.ru



Панова Татьяна Михайловна родилась в 1965 г., окончила в 1987 г. Уральский государственный лесотехнический институт, доцент кафедры химической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет около 40 печатных работ в области биотехнологии.

Тел.: (343) 262-97-71, 262-97-72



Дроздова Наталья Александровна родилась в 1979 г., окончила в 2002 г. Уральский государственный лесотехнический университет, аспирант кафедры химической технологии древесины УГЛТУ. Имеет 2 печатные работы в области биотехнологии.

E-mail: Drozdova-na@mail.ru



ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ УГЛЕЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СОЛЕВОГО СОСТАВА ВОДЫ В ПИВОВАРЕНИИ

Показано, что обработка воды активным и окисленным древесными углями снижает образование металлбелковых помутнений пива, увеличивает скорость и глубину ферментативных процессов.

Ключевые слова: активный и окисленный древесные угли, вода, солевой состав, пивоварение.

В производстве пива вода относится к основным видам сырья, так как она влияет на его вкус и стойкость при хранении. Известно [1], что от солевого состава воды зависит рН, а следовательно, скорость и глубина ферментативных процессов и растворимость хмелевых смол.

По технической инструкции (ТИ 10-5031536-73–90) [4] в воде, используемой для производства пива, регламентируется содержание как нитратов и силикатов, так и катионов железа, магния, кальция и марганца.

Известно, что большое влияние на качество воды оказывают ионы кальция и магния. По ТИ жесткость очищенной воды для производства

пива должна быть на 100 % кальциевой, так как наличие магния в воде придает конечному продукту неприятный привкус и понижает пеностойкость [2].

При избыточном содержании в воде железа вкус напитка становится тягучим, вяжущим, пиво приобретает неприятный чернильный оттенок. Интенсивно начинают образовываться летучие газы – меркаптан и диметилсульфид, придающие пиву овощной гнилостный запах.

При превышении предельного содержания силикатов замедляется процесс брожения, ухудшается вкус пива, образуются комплексные соединения с кальцием и магнием, что может оказаться причиной его помутнения и образования осадка в бутылках.

Повышенное содержание нитратов свидетельствует о загрязнении воды продуктами гниения, предельное содержание замедляет процесс брожения.

В качестве объекта исследования использованы полученные на кафедре химической технологии древесины УГЛТУ активный древесный уголь, соответствующий стандарту на марку БАУ-А, и окисленный древесный уголь из этого активного угля (окисление воздухом в течение 24 ч при температуре 240 °С [5]).

Цель данной работы – изучить эффективность использования активного и окисленного древесных углей для корректировки солевого состава воды в пивоварении.

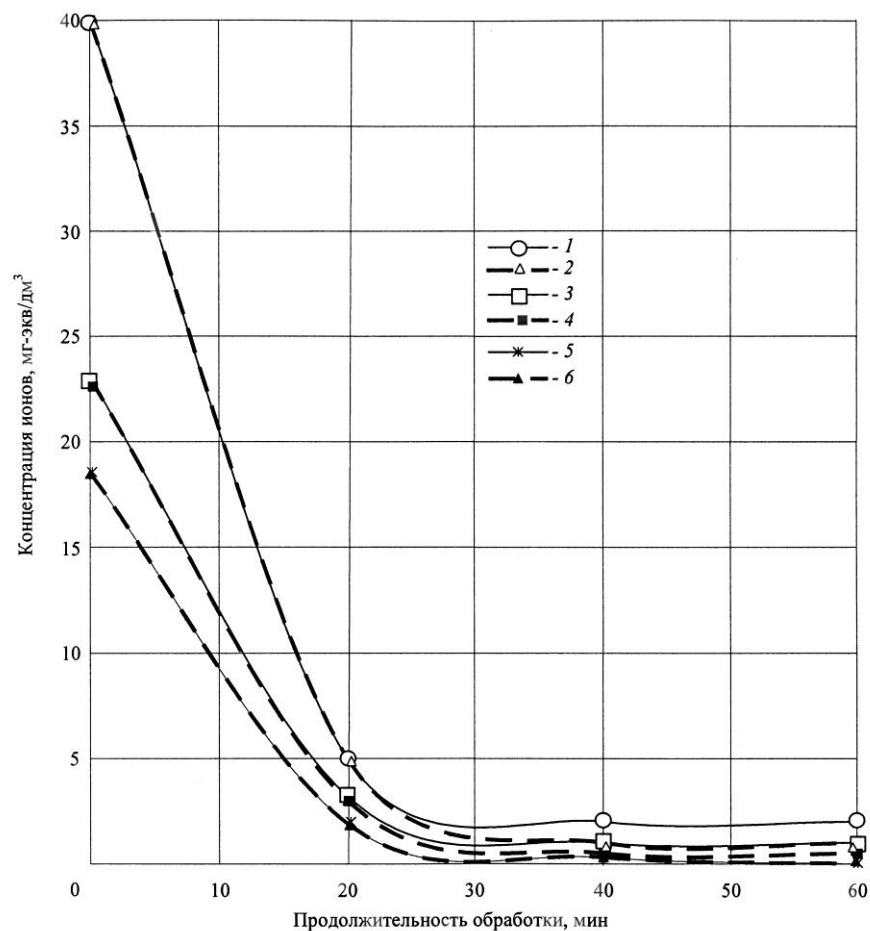


Рис. 1. Зависимость содержания ионов кальция (1, 2), магния (3, 4) и железа (5, 6) от продолжительности обработки активными (1, 3, 5) и окисленными (2, 4, 6) углями

Концентрацию ионов в исходной воде во время и после обработки определяли методом масс-спектрометрии с индуктивной плазмой на спектрофотометре Perkin Elmer Lambda 20. Обработку воды проводили при комнатной температуре.

На рис. 1, 2 представлены зависимости содержания различных ионов в воде от марки древесного угля и продолжительности обработки, которую проводили при динамических условиях в аппарате колонного типа. Основным показателем обработки является продолжительность контакта.

Из рис. 1 видно, что на степень извлечения ионов магния, железа и кальция положительно влияет как активный, так и окисленный древесный уголь.

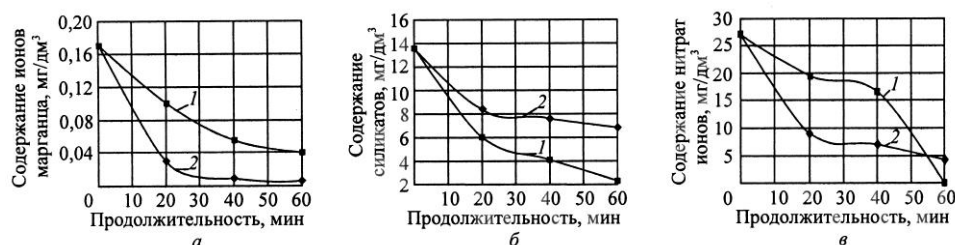


Рис. 2. Зависимость содержания ионов марганца (а), силикатов (б) и нитратов (в) от продолжительности обработки: 1 – окисленный уголь, 2 – активный уголь

При склонности ионов марганца к образованию гидратных соединений (гидроокиси), в первые 30 мин опыта, наблюдается наиболее активная сорбция марганца активным углем, а поглощение окисленным углем, основанное на ионном обмене, протекает медленно (рис. 2, а).

Подобная тенденция видна и при поглощении силикатов (рис. 2, б): более полное извлечение отмечено при использовании окисленного древесного угля, что обусловлено коллоидной формой силикатов, присутствующих в воде [3].

Практически полное извлечение нитратов из обрабатываемой воды достигается при использовании как активного, так и окисленного угля, однако характер влечения заметно отличается. В начальный момент резкое снижение содержания нитратов указывает на сильно выраженные анионообменные свойства активного угля (рис. 2, в), а плавная динамика в первые 40 мин при использовании окисленного угля свидетельствует о его высокой сорбционной способности.

Полученные нами данные показывают, что обработка воды для пивоварения активным и окисленным древесными углями позволяет снизить содержание железа на 80...90 %, заметно уменьшить содержание ионов кальция и магния. Так как в воде для пивоварения необходима 100 %-ая кальциевая жесткость [4], то более желательнее снижение содержания магния. Наиболее активным по извлечению кальция и магния показал себя окисленный древесный уголь.

По извлечению силикатов наиболее активным оказался окисленный древесный уголь, по извлечению нитратов – активный уголь. Кроме того, наблюдается снижение содержания ионов марганца, что положительно влияет на качество воды.

Таким образом, активный древесный уголь эффективно сорбирует катионы, находящиеся в основном в коллоидной форме [3], и очищает воду от анионов.

Окисленный древесный уголь, проявляющий себя активным катионообменником, обладает хорошим сорбционным действием по отношению как к катионам, так и к анионам.

Проведенные исследования показали, что обработка воды активным и окисленным древесными углями снижает концентрацию ионов до требуемых значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кунце, В.* Технология солода и пива [Текст] / В. Кунце; пер. с нем. Г.В. Даркова. – СПб.: Профессия, 2001. – 912 с.
2. *Покровская, Н.В.* Биологическая и коллоидная стойкость пива [Текст] Н.В. Покровская, Я.Д. Канадер. – М.: Пищевая пром-сть, 1978. – 272 с.
3. *Свиридов, В.В.* Физико-химические основы процессов микрофлотации [Текст] / В.В. Свиридов, А.В. Свиридов, А.Ф. Никифоров. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГЛТУ, 2006. – 578 с.
4. ТИ 10-5031536-73–90. Технологическая инструкция по водоподготовке для производства пива и безалкогольных напитков [Текст]. – Введ. 01–01–91. – М., 1990. – 56 с.
5. *Юрьев, Ю.Л.* Древесный уголь [Текст]: справ. / Ю.Л. Юрьев. – Екатеринбург: Сократ, 2007. – 184 с.

Поступила 02.10.08

Yu.L. Yurjev, T.M. Panova, N.A. Drozdova
Ural State Forest Engineering University

Use of Modified Charcoals for Improving Saline Composition of Water in Brewing

It is shown that treatment of water with active and oxidized charcoals lowers the formation of metal-protein turbidity of beer, increases the speed and depth of enzymatic processes.

Keywords: active and oxidized charcoal, water, saline composition, brewing.

УДК 676.27.274

*Л.В. Кузнецова¹, Д.А. Дулькин², В.А. Спиридонов², В.И. Комаров³*¹ОАО «Полотняно-Заводская бумажная фабрика»²ООО «Управляющая компания «Объединенные бумажные фабрики»³Архангельский государственный технический университет

Кузнецова Лариса Викторовна родилась в 1980 г., окончила в 2001 г. Архангельский государственный технический университет, соискатель кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства АГТУ. Место работы – ОАО «Полотняно-Заводская бумажная фабрика». Имеет 3 печатные работы в области переработки макулатуры, исследования влияния катионов, содержащихся в речной воде, на процессы подготовки волокнистых полуфабрикатов.

E-mail: L-44@yandex.ru



Дулькин Дмитрий Александрович родился в 1966 г., окончил в 1986 г. высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, генеральный директор ООО «Управляющая компания «Объединенные бумажные фабрики». Имеет более 80 научных трудов в области переработки макулатуры.

E-mail: dmdulkin@yandex.ru



Спиридонов Валентин Александрович родился в 1941 г., окончил в 1963 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, научный консультант ООО «Управляющая компания «Объединенные бумажные фабрики». Имеет более 100 научных трудов в области переработки макулатуры.

Тел.: (1038044) 510-81-67



Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, член международного научного общества EUROMECH. Имеет более 400 печатных работ в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.

Тел.: (8182) 21-61-82



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАТИОНОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В РЕЧНОЙ ВОДЕ, НА НАБУХАНИЕ И РАЗМОЛ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Установлено положительное влияние содержания катионов натрия в воде. Предложено компенсировать снижение их содержания вследствие паводка или проливных дождей добавлением поваренной соли в систему водопользования бумажного производства.

Ключевые слова: макулатурная масса, бумагообразующие свойства, набухание, размол, речная вода, катионы, натриево-калиевый насос, Доннан-эффект, капиллярно-

пористая коллоидная структура волокон целлюлозы, мембрана клеточной стенки, дзета-потенциал, катионная потребность, удельная электропроводность.

Природные воды, обладая рядом аномальных свойств, содержат растворенные и взвешенные вещества, компонентный состав которых меняется в зависимости от водоема, атмосферных осадков и времени года. Это оказывает сильное влияние на производство бумаги и картона (проклейка, физико-механические свойства, отложения, пенообразование) [1].

Цель наших исследований – проанализировать изменения во времени состава воды и выделить характеристики, значимо влияющие на технологию получения компонентов тарного картона, для последующей разработки мер по предупреждению вредного влияния этих изменений. Ранее сообщалось [3] о больших различиях уровней удельной электропроводности воды в системе короткой циркуляции бумагоделательной машины, катионной потребности и дзета-потенциала массы, связанных с сезонными изменениями состава речной воды (табл. 1).

Таблица 1

Сезонные изменения в системе короткой циркуляции БДМ

Параметр	Значение параметра для периода замеров	
	зимнего	летне-осеннего
Удельная электропроводность, мкС·м/см	700...800	800...900
Катионная потребность, мг-экв/л	60...70	220...240
Дзета-потенциал, мВ	-5...-7	-11...-12

При изучении сезонных изменений в составе речной воды за 2006–2009 гг. на предприятиях ОАО «Полотняно-Заводская бумажная фабрика» (р. Суходрев), ООО «Сухонский ЦБК» (р. Сухона), ОАО «Полиграфкартон» (р. Волга) выявлены большие вариации содержания катионов Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} и их связь с качеством бумаги и картона (табл. 2).

Представлялось целесообразным исследовать, прежде всего, влияние содержания катионов натрия и калия в природной воде на набухание и размол массы – самые важные процессы регулирования бумагообразующих свойств волокнистых полуфабрикатов. Наша гипотеза основывается на теории, описывающей роль натрия и калия в минеральном обмене веществ в клетках животных и растений [2, 5–9], т.е. в работе так называемого «натриево-калиевого насоса».

Явления, наблюдаемые в капилляре, обуславливают смачивание и поверхностное натяжение. При этом принято считать, что осмотическое давление – главная сила, обеспечивающая движение воды в структуре волокон. Волокно усиленно набухает вследствие осмотического давления, которое возникает при встречном движении катионов, содержащихся в растворе (Donnan-эффект, названный по имени Ф.Д. Доннана – английского физика-химика, развившего теорию мембранного равновесия Вант-Гоффа) [5, 8].

Мембранные каналы селективно проницаемы только для определенных веществ. Селективность обусловлена радиусом пор и распределением заряженных функциональных групп в них. Существуют каналы, пропускающие ионы натрия (натриевые каналы) и калия (калиевые каналы), а также хлора (хлоридные) и др. Для каждого вида ионов существует не один, а довольно много каналов, обеспечивающих очень высокие скорости транспорта ($\sim 10^8$ ионов в секунду).

Таблица 2

Сезонные изменения состава речной воды (р. Суходрев)

Ионы	Содержание ионов, мг/л, для периода замеров			
	Март–апрель	Май–июнь	Июль–август	Сентябрь–октябрь
Na ⁺	4,4	15,0	172,2	9,4
K ⁺	2,7	2,4	11,9	8,4
Ca ⁺	27,2	49,9	522,1	51,7
Mg ⁺²	3,1	9,1	10,1	22,2
Cl ⁻	10,0	10,0	16,3	17,4
SO ₄ ⁻²	12,9	16,0	24,5	18,5

Целлюлоза, как известно, имеет капиллярно-пористую коллоидную структуру. Промежутки между микро- и макрофибриллами образуют макропоры (их диаметр в клеточной стенке достигает 30,0 нм), через которые могут двигаться только ионы, имеющие соответствующий диаметр. Поры и капилляры клеточной стенки доступны для ионов Na⁺ и K⁺ (их радиусы составляют соответственно 13,3 и 9,8 нм), но недоступны для других компонентов, содержащихся в воде (в отличие от ионов натрия, многовалентные катионы, во-первых, препятствуют проникновению заряженных групп через мембрану вследствие диффузии, во-вторых, они не являются биогенными, т.е. постоянно не входят в состав растительных клеток) [2].

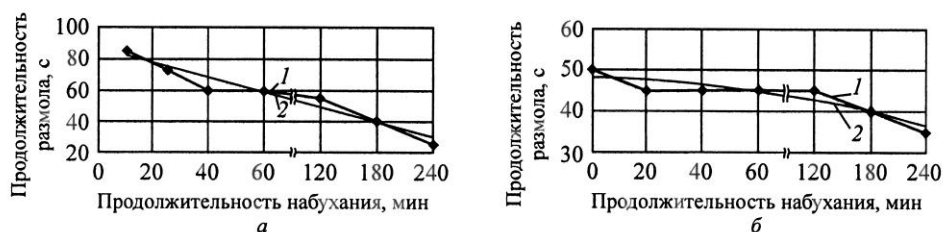
Расклинивающее действие воды, вызываемое осмотическим давлением и действием натриево-калиевого насоса, т.е. ионной частью осмотического давления в пределах микроструктуры стенки волокна, при последующем размоле способствует образованию несвязанных гидроксидов внутри стенки.

Стенки клеток – это мембраны, разделяющие растворы разных концентраций. Таким образом, степень набухания волокна может измениться. Внутри клетки больше ионов калия, в межклеточном пространстве – ионов натрия. Казалось бы, все должно быть наоборот. В связи с тем, что ион натрия почти в 1,5 раза меньше иона калия, он должен легче проникать через мембрану, следовательно, в самой клетке их должно быть больше, чем более крупных ионов калия. Однако ионы натрия, притягивая к себе молекулы воды, образуют водяную оболочку, препятствующую их прохождению через мембрану. Разница в количестве ионов калия внутри клетки и ионов натрия за ее оболочкой приводит к возникновению разности электрических потенциалов, способствующей переносу ионов и различных веществ из межклеточного пространства в клетку и обратно.

В качестве объекта исследования использовали макулатуру марки МС5Б (ГОСТ 10700), которую перед роспуском в лабораторном

гидроразбивателе предварительно замачивали на 0,6...4,0 ч в артезианской воде при температуре 20 °С. Разволокненную в течение 3 мин (в соответствии с реальными производственными условиями) массу размалывали на лабораторной мельнице до степени помола 25 и 35 °ШР. Определяли водоотдачу, водоудержание, средневзвешенную длину волокна и изготавливали отливки, имеющие массу 1 м² 100 г, для определения характеристик прочности.

Экспериментальная часть работы состояла из трех этапов. На первом этапе предусматривалось изучить влияния продолжительности набухания исследуемых волокнистых полуфабрикатов перед их разволокнением в гидроразбивателе на бумагообразующие свойства получаемой в результате размала массы. При этом использовали артезианскую воду с постоянным компонентным составом, поскольку в многочисленных публикациях по исследованию динамики бумагообразующих свойств массы при изменении продолжительности набухания отсутствуют сведения об учете



компонентного состава воды и катионов натрия и калия.

Рис. 1. Влияние продолжительности набухания массы перед разволокнением на продолжительность ее размала до степени помола 25 (а) и 35 °ШР (б):
1 – практические данные; 2 – аппроксимированная прямая ($R^2 = 0,937$)

На втором этапе в артезианскую воду добавляли поваренную соль в количестве 9 г/л при продолжительности набухания волокнистого материала перед разволокнением 0,5 и 1,0 ч. Далее материал обрабатывали как на первом этапе, но размалывали на лабораторной мельнице до степени помола 25, 35 и 45 °ШР.

На третьем этапе исследовали динамику набухания и размала в дистиллированной воде без добавок, а также с добавками катионов натрия и калия.

На рис. 1 приведена динамика снижения продолжительности размала массы до степени помола 25 и 35 °ШР при изменении продолжительности ее набухания перед разволокнением.

Набухание волокон вызвано проникновением воды в межмицеллярные пространства и связыванием ее с гидроксильными группами на поверхности мицелл, что служит причиной набухания волокон. Внутри мицелл вода не проникает. Набухание способствует росту удельной развернутой поверхности волокон, что увеличивает прочность листа.

Замедление размала (рис.1, б) связано с тем, что развитие удельной

поверхности (фибриллирование) волокон в основном происходит на стадии размола до 25 °ШР и в дальнейшем увеличение степени помола достигается за счет расщепления и укорочения волокон.

Чрезмерное (более 3 ч) набухание основной части волокна приводит к снижению его прочности (рис. 2).

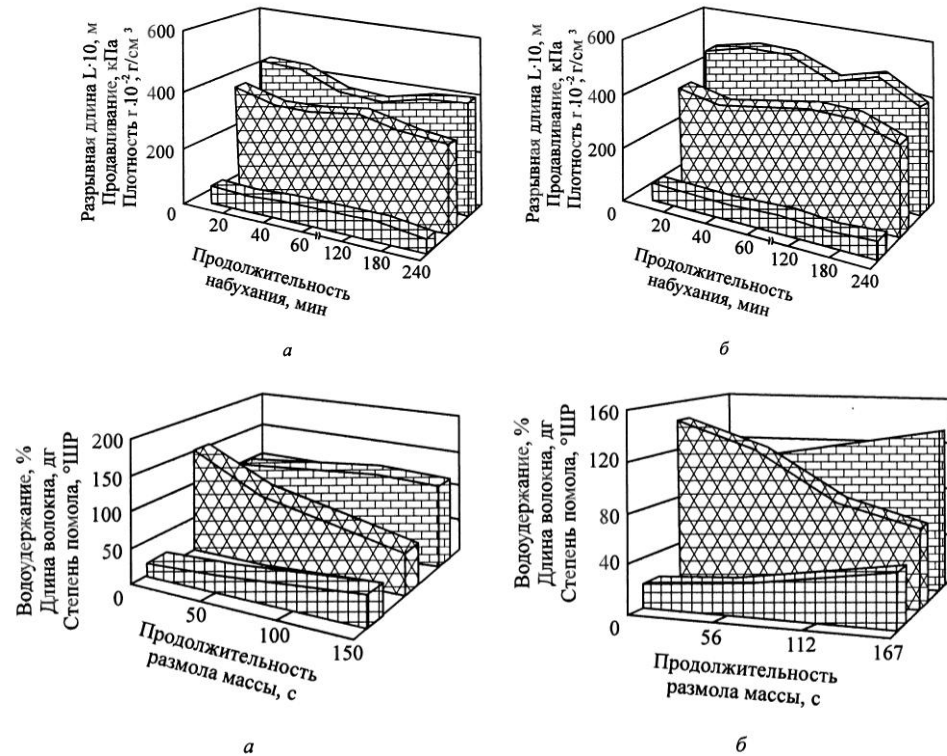
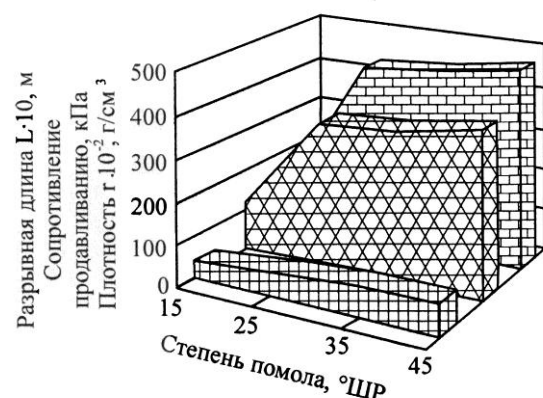


Рис. 3. Динамика свойств образцов из массы, размолотой после набухания полуфабриката в течение 30 (а) и 60 мин (б): ■ – степень помола; ■ – длина волокна; ■ – водоудержание

Очевидно, продолжительность предварительного замачивания (набухания) полуфабрикатов перед их разволокнением можно ограничить одним часом, но при этом необходимо контролировать содержание катионов натрия и калия в воде.

На втором этапе исследований оценивали оптимальную продолжительность предварительного набухания полуфабриката перед разволокнением и размолом. Данные эксперимента представлены на рис. 3, 4.

Продолжительность набухания в течение 1 ч оказалась более предпочтительной по критериям роста водоудержания и сохранения длины волокна. Заметим, что продолжительность размола массы до степени помола 25



°ШР сократилась в 1,5 раза, что свидетельствует о более интенсивном расклинивающем действии воды, вызываемом осмотическим давлением в пределах микроструктуры стенки волокна в присутствии катионов натрия.

На рис. 4 показано изменение свойств образцов, полученных из массы, которая размолота после часового набухания полу- фабриката в артезианской воде, содержащей 3528 мг Na⁺/л.

Плотность образцов при степени помола 35 и 45 °ШР значительно превышает плотность образцов из массы, разволокненной и размолотой в артезианской воде без до-

бавления катионов натрия.

Этот факт свидетельствует о более эффективном внутреннем фибриллировании волокон, вызванном осмотическим давлением в присутствии катионов натрия.

Таким образом, полученные результаты подтверждают положительное влияние ионов натрия и калия в воде при набухании и размолу макулатурной массы.

Рис. 4. Динамика свойств образцов из массы, размолотой после набухания полуфабриката в течение 60 мин в артезианской воде, содержащей катионы натрия (см. обозначения на рис. 2)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белянин, В.* Жизнь, молекула воды и золотая пропорция [Текст] / В. Белянин, Е. Романова // Наука и жизнь. – 2004. – № 10.
2. БСЭ [Текст]. – М.: Советская энциклопедия, 1972. – Т. 3. – С. 640.
3. *Кузнецова, Л.В.* Исследование влияния сезонных изменений свойств речной воды на физико-химические параметры бумажной массы [Текст] / Л.В. Кузнецова, Д.А. Дулькин, В.А. Спиридонов // Новейшие технологии в производстве бумаги из макулатурного сырья и переработке гофрокартона: Десятая юбилейная международная науч.-техн. конф. – М.: Изд-во МГУЛ, 2009. – С. 38–42.
4. *Alanko, K.* Recyclability of thermomechanical fibers [Text] / K. Alanko // M. Sc. thesis / Helsinki University of Technology; Department of Forest Products Technology. – Espoo, 1993.
5. *Lane, J.* A non-chemical water treatment Device [Text] / J. Lane // Cooling Technology Institute Annual Conference. – Houston, 2000.
6. *Lane, J.* Biological control in cooling towers treated with pulsed-power systems [Text] / J. Lane, Ph. Ophelm, D. Dennis. – Pittsburgh, 2001.
7. *Scallan, A.* Elasticity of fiber wall; effects of pulping and recycling [Text] / A. Scallan, A.C. Tigerstrom // CPPA 1st Research Forum on Recycling. – Montreal, 1991. – P. 149.
8. Task Group T-7K-2. Control factors in performance testing of nonchemical water treatment devices [Text] / NACE. – Mar. 1997.
9. Task Group T-7K-3. Predictably effective equipment and in situ processes applied to water systems [Text] / NACE. – Jun. 1998.

Поступила 04.12.09

L.V. Kuznetsova¹, D.A. Dulkin², V.A. Spiridonov², V.I. Komarov³

¹ OJSC Polotnyanyi Zavod Paper Factory

² «Consolidated Paper Mills» Management Company

³ Arkhangelsk State Technical University

Investigation of Cations Influence Contained in River Water on Swelling and Stock Beating

The positive influence of sodium cations content in water is established. It is offered to compensate the reduction of their content resulting from flood or pouring rain by adding table salt to the water consumption system of the paper production.

Keywords: waste paper mass, paper-making properties, swelling, milling, river water, cations, sodium-potassium pump, Donnan effect, capillary-porous colloid structure of pulp fibers, cell wall membrane, zeta potential, cationic potential, electrical conductivity.



ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 061.75

СТОЛЕТИЕ ТИМОФЕЙ СЕРГЕЕВИЧА ЛОБОВИКОВА

31 июля 2009 г. исполнилось бы 100 лет Т.С. Лобовикову – одному из ведущих советских ученых и педагогов-лесозащитников. В связи с его юбилеем в С.-Петербургской лесотехнической академии состоялась научная конференция, выпущена брошюра [2], где собран большой и ценный материал о жизни и деятельности ученого, помещена его статья (1988 г.) об истории возникновения и развитии кафедры экономики лесной промышленности и лесного хозяйства ЛТА, которую Тимофей Сергеевич возглавлял в течение 26 лет (1952–1978 гг.).



Статьи в юбилейный сборник написали ученики, коллеги, дочь Т.С. Лобовикова. Среди них выделяется большая статья проф. В.А. Ильина, одного из организаторов юбилейных мероприятий. В этих материалах содержится много поучительного для нынешнего поколения. Нам, бывшим аспирантам Т.С. Лобовикова, это послужило поводом с благодарностью вспомнить нашего дорогого Учителя.

Долгая жизнь Т.С. Лобовикова во многом необычна. Он родился в 1909 г. в г. Вятке (ныне Киров) в семье фотографа, по признанию специалистов первого в России и одного из первых в мире художников-импрессионистов в фотографии. Тимофей Сергеевич прошел финскую и Великую Отечественную войны в составе радиодивизиона, был ранен; демобилизовался в звании майора. Зимой 1941/42 гг. в блокадном Ленинграде похоронил отца, мать, тестя. После войны был назначен директором Гипролестранса. В 1948 г. перешел на преподавательскую работу в ЛТА, в 1950 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1952 г. возглавил кафедру, проработал на ней до 1988 г. Все ученики и коллеги отмечают высочайшее педагогическое мастерство Тимофея Сергеевича, своеобразную систему аспирантуры; он подготовил 48 кандидатов экономических наук.

Т.С. Лобовикова считают одним из лидеров лесозащитной науки второй половины XX в. Тематика научных исследований лучше всего представлена в его собственном изложении в статье о кафедре [2] (с сокращениями):

«1) Экономические основы и методология построения перспективных схем промышленного освоения лесов (1930–1960). Общая концепция развития лесной промышленности на территории страны... и в Европейско-Уральской зоне на основе прогрессирующего расширенного воспроизводства лесных ресурсов и динамики экономических ограничений (1960–1986). Системы и методы дальнего целеуказания и прогнозирования развития лесной промышленности и лесного хозяйства на идее преобразования существующих лесов в программно-целевые (1976–1986).

2) Экономические основы и методология проектирования лесных предприятий (1933–1958). Теория концентрации производства в лесной промышленности... Экономика концентрации (1944–1973). Концепция стадийного развития лесной промышленности и ее предприятий... (1939–1986). Теоретическое обоснование форм и условий организации комплексных лесных предприятий (1936–1986).

3) Теоретические основы и методология оценки экономической доступности ресурсов низкосортной древесины и древесных отходов, определение условий, направлений и форм их эффективного использования на базе системы «предельных цен», лимитирующих возможности воспроизводства и употребления этих ресурсов (1963–1978).

4) Теория «нормализованных экономических показателей производства и предприятий» (1970–1980).

5) Концепция хозрасчетной организации лесохозяйственного производства на принципах возмещения затрат предприятий посредством предъявления законченных производством материальных объектов по твердо установленным ценам, предусматривающим возможности получения прибыли и образования фондов поощрения и развития, с сохранением финансирования из госбюджета (как преимущественного источника) и других форм государственных доходов (1961–1986)».

В этих формулировках хорошо виден неповторимый стиль Тимофея Сергеевича. Здесь можно найти немало тем и для сегодняшних исследований. Свою докторскую диссертацию по проблемам концентрации производства ученик защитил в 1970 г., но подлинным доктором, профессором был задолго до этого. Его постоянно вызывали в Москву, в высшие инстанции управления экономикой. Непререкаем был его авторитет и в диссертационных советах.

К 100-летию юбилею издан однотомник трудов профессора Лобовикова [1]; он будет настольной книгой у всех, кто болеет душой за наш русский лес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобовиков, Т.С. Избранные научные труды [Текст] / Т.С. Лобовиков. – СПб., 2009. – 480 с.

2. Труды факультета экономики и управления Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии [Текст]: материалы науч. конф. «Роль и значение трудов проф. Т.С. Лобовикова в развитии лесозащитной науки и лесозащитного образования». К столетию со дня рождения Т.С. Лобовикова (1909–1999) и девяностолетию создания кафедры экономики и управления лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов СПбЛТА (1920). 18 сент. 2009 г. – СПб., 2009. – 183 с.

Я.Ф. Молнар, В.В. Крицкая, Г.Г. Суханов
Архангельский государственный
технический университет

Ya.F. Molnar, V.V. Kritskaya, G.G. Sukhanov
Arkhangelsk State Technical University

Centenary of Timofey Sergeevich Lobovikov

УДК 061.75

**ОН БЫЛ ПРИМЕРОМ
(к 100-летию Т.С. Лобовикова)**

Мое знакомство с Тимофеем Сергеевичем длилось почти 40 лет, но все же оно было взглядом со стороны. Мы встретились в начале 1958 г., когда группа архангельских преподавателей-экономистов приехала в Ленинградскую лесотехническую академию. Т.С. Лобовиков тогда заведовал кафедрой экономики лесной промышленности и лесного хозяйства. Кандидат экономических наук, доцент, он явно выделялся как интеллигент, эрудит, настоящий интеллигент. Запомнилось его окружение, молодые ученые-кандидаты: Андрей Родигин, Павел Горышин, Владимир Саркисов. Кое-кому Тимофей Сергеевич казался несколько высокомерным. Дистанция была, но не столько он ее держал, насколько наш уровень был ниже. Я проникся уважением к нему сразу, глубоко и навсегда.

Ныне, в связи с юбилеем, мы вспоминаем Т.С. Лобовикова как большого ученого, разностороннего специалиста. До ЛТА он был директором Гипролес-транса. А позднее, уже из академии, его постоянно привлекали как консультанта в Госкомитеты Совмина СССР, ВАСХНИЛ, Минвуз, НТС Минлеспрома и др. Докторскую диссертацию он защитил в 1970 г., но истинным доктором наук стал намного раньше, просто он предъявлял к себе очень высокие требования. Диссертация по проблемам концентрации производства была велика по листажу и богата по содержанию, что оказалось не до конца понято и оценено. Для меня особенно памятно учение Т.С. Лобовикова о трансформации лесозаготовительных предприятий, лесе как угодья, экономической доступности (его термин). Он был настоящим диалектиком, мастером вскрытия взаимосвязей, глубок во всем.

Запомнился Тимофей Сергеевич как непревзойденный мастер научных формулировок. В его тематике диссертаций на соискание степени кандидата наук многие провинциальные лесозаготовители нашли свои направления. Незабываемы консультации Тимофея Сергеевича по моей докторской диссертации о производственных мощностях лесозаготовительных предприятий, на основании которых в социалистической экономике устанавливались государственные планы по объемам производства. Руководители предприятий пытались использовать производственные мощности для занижения планов, но и общепринятое понимание их как максимума выпуска уводило в сторону. Объемы лесозаготовок весьма существенно зависели от обеспеченности предприятий жилфондом, стоимость которого была сопоставима со стоимостью всей активной части основных фондов. Этот фактор отмечался в отраслевой инструкции по расчету мощностей. Я (кстати, технолог по диплому) очень «болел» за производство, и мне хотелось найти научное обоснование этому моменту, который казался производственникам чуть ли не ведущим звеном. Тимофей Сергеевич убеждал меня рассматривать нехватку жилфонда как ограничение (его термин): защищают все-таки диссертацию, а не инструкцию; «чистая» наука, ВАК будут против ... Я послушался, хотя признаюсь – только авторитет Т.С. Лобовикова остановил меня; но горжусь и отзывом Минлеспрома на диссертацию. Таких плодотворных научных контактов, как с Тимофеем Сергеевичем, у меня больше не было.

Т.С. Лобовиков подготовил 48 кандидатов. Жаль, что он не оставил после себя учебника, который значился в тематических планах издательства «Лесная промышленность», но не был издан из-за большой занятости ученого государственными проблемами. Я берегу курс его лекций «Экономика лесозаготовительной промышленности СССР» (1958. – 169 с.). За учебники принялись впоследствии молодые преемники.

В 2009 г. исполнилось 110 лет со дня рождения еще одного ученого-лесозаготовителя, моего научного руководителя по кандидатской диссертации, доцента АЛТИ Сергея Константиновича Лебедева (1899–1960). Он был во многом схож с Т.С. Лобовиковым. Хранить добрую память о таких людях – большое благо.

Е.С. Романов

Архангельский государственный
технический университет

E.S. Romanov
Arkhangelsk State Technical University

He Served as an Example (to Centenary of T.S. Lobovikov)

УДК 061.75

ПАМЯТИ ИВАНА ИВАНОВИЧА ГУСЕВА

7 марта 2010 г. исполнилось бы 80 лет со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника высшего профессионального образования РФ, академика РАЕН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Архангельского государственного технического университета Ивана Ивановича Гусева.

И.И. Гусев родился в с. Нижняя Верея Выксунского района Нижегородской области в семье лесничего. После окончания в 1948 г. с отличием Муромцевского лесного техникума Владимирской области работал лесным техником, помощником лесничего, инженером-таксатором.

В 1953 г. Иван Иванович окончил с отличием лесохозяйственный факультет Архангельского лесотехнического института и с тех пор трудился в АЛТИ – АГТУ ассистентом, доцентом, профессором, в 1970–2005 г. заведующим кафедрой лесной таксации и лесоустройства.

Иван Иванович преподавал лесную таксацию – одну из ведущих дисциплин на лесохозяйственном факультете, проводил учебную практику, на которой студенты закрепляли теоретические знания. За годы преподавательской деятельности он подготовил сотни инженеров для лесного хозяйства Севера, опубликовал целый ряд учебных и методических пособий, отличающихся доходчивостью изложения и глубокой проработанностью материала. Учебное пособие по моделированию экосистем является настольной книгой многих студентов, преподавателей и научных работников.

Большое внимание уделял работе с дипломниками и в научном студенческом кружке кафедры, где студенты приобщались к познанию природы леса и лесной науке.

По результатам научных исследований И.И. Гусев в 1962 г. успешно защитил кандидатскую, а в 1979 г. докторскую диссертацию на тему «Научные основы таксации еловых древостоев Европейского Севера». Им создана научная школа, в настоящее время его ученики продолжают дело своего учителя на кафедре лесной таксации и лесоустройства АГТУ и в Северном НИИ лесного хозяйства. Деятельность ученого связана с исследованием закономерностей роста, продуктивности и структуры таежных лесов, комплексного и рационального использования лесных ресурсов, разработкой нормативно-справочного материала для лесного хозяйства Европейского Севера. Составленные им нормативы нашли применение в лесостроительных экспедициях, лесничествах и лесозаготовительных предприятиях. Им опубликовано более 160 научных трудов. По результатам конкурса научно-исследовательских и внедренческих работ он признан лауреатом второй премии имени М.В. Ломоносова за 2001–2002 гг.

И.И. Гусев на протяжении многих лет был членом редколлегии «Лесного журнала», межвузовского сборника «Лесная таксация и лесоустройство», руководителем научного направления лесохозяйственного факультета АГТУ, членом ряда диссертационных и методических советов. Награжден медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «50 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «Ветеран труда», знаками «За сбережение и приумножение лесных богатств РСФСР», «За отличные успехи в работе».

Ученики и соратники Ивана Ивановича с благодарностью вспоминают годы совместной работы и поддерживают традиции кафедры.

*Коллектив лесохозяйственного факультета
Архангельского государственного технического университета*

Employees of Forestry Faculty of Arkhangelsk State Technical University

In Commemoration of Ivan Ivanovich Gusev
