

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Основан в 1833 г.

Издается в серии ИВУЗ с 1958 г.

Выходит 6 раз в год

1

2000

БИБЛИОТЕКА
АРХАНГЕЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

ИЗДАТЕЛЬ – АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

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

Ответственный секретарь **Р.В. Белякова**

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1

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

Сдан в набор 10.02.2000. Подписан в печать 31.03.2000.
Форм. бум. 70×108 1/16. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 13,5. Усл. кр.-отт. 13,5.
Уч.-изд. л. 16,4. Тираж 1000 экз.
Архангельский государственный технический университет

Адрес редакции: 163002, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 17,
тел. (818-2) 44-13-37

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

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>В.А. Бугаев, М.Т. Сериков, В.Т. Паринов.</i> Организация хозяйства и лесопользование в зеленых зонах	7
<i>В.В. Успенский, А.Н. Смольянов.</i> Перспективы повышения лесистости и экологической роли лесов в Центрально-черноземном районе	12
<i>В.С. Писанов.</i> Влияние подтопления на продуктивность древостоя сосны в лишайниковом типе леса	16
<i>М.И. Гордиенко, С.Б. Ковалевский.</i> Влияние интенсивности ухода за почвой в культурах сосны обыкновенной на содержание питательных веществ в хвое саженцев	22
<i>А.И. Ивченко.</i> О названии интродуцированного американского дуба красного. 28	
<i>П.М. Малаховец, В.А. Тисова.</i> Рост и сезонное развитие деревьев и кустарников при интродукции в условиях Севера	34
<i>А.П. Царев.</i> Текущие проблемы селекции лесных древесных пород в России. 39	
<i>Е.Н. Наквасина, Т.В. Бедрицкая.</i> Влияние интенсивности роста деревьев на семеношение у потомства северных происхождений на ранних этапах репродукции	46
<i>Е.Н. Самошкин, Е.Н. Исаева.</i> Калина обыкновенная: связь митотической активности и длительности анафазы, особенности микроспорогенеза	52

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ЭКОЛОГИЯ ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ»

<i>В.И. Крутов, В.В. Дьяконов.</i> Мониторинг состояния лесов Карелии	56
<i>А.В. Алексеев, П.В. Алексеев.</i> Ландшафтно-морфологическое районирование Приветлужья и его биометрическое обоснование	65
<i>А. Исомяки.</i> Новая программа по исследованию лесов в естественном состоянии в Финляндии	72

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>А.С. Федоренчик, С.С. Макаревич, Н.П. Вырко.</i> Аналитическое исследование колееобразования на лесных дорогах	77
<i>С.И. Морозов.</i> Удар платформы с грузом о препятствие	83

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Р.Е. Капитеевский.</i> Концепция лесопиления при переходе Российской Федерации к устойчивому развитию	88
<i>С.В. Еришов.</i> О нагреве круглых пил неравномерной толщины	95
<i>Я.И. Соколовский, Б.П. Поберейко.</i> Расчет нестационарных напряжений в древесине при воздействии влаги	99

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>А.В. Вураско, С.Г. Антоненкова, А.Я. Агеев, С.Ю. Меньшиков, Л.А. Петров.</i> Применение дисперсии антрахинона для натронных варок соломы хлебных злаков	106
--	-----

Ю.Г. Хабаров, Л.В. Герасимова. Модификация лигнинов путем окислительного радикального сочетания. 3. Поведение фенольных соединений в условиях потенциометрического титрования феррицианидом калия	110
В.Н. Пиялкин, Е.А. Цыганов, В.А. Федоров. Реакционная способность углей из коры ели	115
К.Г. Боголицын, О.В. Богданчикова. Моделирование содержания растворенного кислорода в воде устья р. Северная Двина	119

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Г.П. Бутко. Конкурентоспособность предприятия	128
---	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Э.Н. Сабуров, С.В. Карпов, Н.В. Смолина. Аэродинамика циклонного устройства с двухсторонними несимметричными условиями ввода и вывода газов	132
---	-----

ЮБИЛЕИ

Архангельский государственный технический университет, лесохозяйственный факультет, кафедра лесной таксации и лесоустройства, Архангельское управление лесами. Иван Иванович Гусев	145
--	-----

ком уменьшается. Это влияние осуществляется через корневую систему в виде изменения зоны ризосферы. Каждое из этих проявлений сказывается на древостое по-разному в зависимости от высотной отметки участка.

2. В типичных условиях произрастания (выраженный мезорельеф и глубокое залегание грунтовых вод) в годы слабого подтопления отмечается снижение его влияния на показатели продуктивности. В годы возрастающего подтопления эффект от него положительный и значительный по величине. Суммарный эффект подтопления за весь 44-летний период также положительный. Оно не вызывает ускорения процесса разрушения древостоя, о чем свидетельствует отрицательный импульс отпада. Значит, в обычных для лишайниковых сосняков условиях произрастания водохранилище оказывает благоприятное воздействие на рост и развитие древостоя.

3. В необычных условиях произрастания (большая котловина, которая заполняется инфильтрационными водами при высоком уровне водохранилища), похожих на условия зоны периодического затопления, процессы в древостоях иные. В сухой период здесь наблюдается очень высокий положительный импульс изменения запаса и текущего прироста, во влажный эффект от подтопления отрицательный. Суммарный эффект за весь период исследования оказался положительным.

4. Подтвердились выводы К.А. Кудинова [2] о зависимости прироста отдельных деревьев от высотной отметки занимаемого ими участка.

5. Сравнительный анализ графиков изменения прироста свидетельствует о существенном различии процессов в подтопляемых и эталонных лесах. Средний прирост в последнее десятилетие увеличился, что нехарактерно для спелых лесов в нормальных условиях произрастания. Динамика текущего прироста еще более наглядна. Здесь влияние фактора времени проявляется в виде резких пиков спада и особенно подъема во влажный период, что также существенно отличает этот процесс от аналогичного в эталонном древостое.

6. Лишайниковые сосняки являются единственными из всех типов заповедных лесов, в которых подтопление оказывает благотворное влияние на рост и развитие древостоя.

7. Процессы саморегуляции в лишайниковых сосняках настолько нарушены влиянием водохранилища, что даже сформировавшийся тип леса не в состоянии сохраниться. Лишайниковый сосняк в условиях подтопления следует рассматривать как тип-этап, характеризующий ускоренное формирование нового типа – сосняка зеленомошного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Анучин Н.П. Лесная таксация. - М.: Лесн. пром-сть, 1982. - 552 с.
[2]. Кудинов К.А. Результаты анализа особенностей роста сосны на побережьях Рыбинского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - М., 1969. - 26 с.
[3]. Писанов В.С. Четыре десятилетия в условиях влияния водохранилища: ди-

CONTENTS

FORESTRY

<i>V.A. Bugaev, M.T. Serikov, V.T. Parinov.</i> Economic and Forest Management in the Green Zones.....	7
<i>V.V. Uspensky, A.N. Smoljanov.</i> Prospects of Increasing the Amount of Woodland and Ecological Role of Woods of Central Blackearth Region	12
<i>V.S. Pisanov.</i> Influence of Underflooding on Pine Stand Productivity in the Lichen Forest Type.....	16
<i>M.I. Gordienko, S. B. Kovalevsky.</i> Influence of the Intensive Care of Soil in Common Pine Cultures on Nutrients Content in Seedling Needles.....	22
<i>A.I. Ivchenko.</i> On the Name of the Introduced American Red Oak.....	28
<i>P.M. Malakhovets, V. A. Tisova.</i> Growth and Seasonal Development of Trees and Bushes when Introduced in the North.....	34
<i>A.P. Tsarev.</i> Current Problems of Forest Breeding in Russia.....	39
<i>E.N. Nakvasina, T.V. Bedritskaya.</i> Influence of Trees Growth Intensity on Seed Production of Northern Origin Offspring at Early Stages of Reproduction.....	46
<i>E.N. Samoshkin, E.N. Isaeva.</i> Guelder Rose: Connection of Mitotic Activity with Anaphase Duration, Peculiarities of Microsporose.....	52

PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE «ECOLOGY OF TAIGA FORESTS»

<i>V.I. Krutov, V.V. Djakonov.</i> Monitoring of Forest Conditions in Karelia	56
<i>A.V. Alekseev, P.V. Alekseev.</i> Landscape-morphological Zoning of Vetluga Region and its Biometric Substantiation.....	65
<i>A. Isomyaki.</i> New Program of Natural Forests Study in Finland.....	72

WOODEXPLOITATION

<i>A.S. Fedorenchik, S. S. Makarevich, N. P. Vyrko.</i> Analytical Study of Track Formation on Forest Roads.....	77
<i>S.I. Morozov.</i> Impact of Loaded Platform on Obstacle.....	83

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE

<i>R.E. Kaliteevsky.</i> Concept of Wood Sawing under the Russian Federation Transition to the Steady Development.....	88
<i>S.V. Ershov.</i> On Heating the Circular Saws of Irregular Thickness	95
<i>Ya.I. Sokolovsky, B.P. Pobereiko.</i> Calculation of Nonstationary Stress in Wood under Moisture Impact.....	99

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

<i>A.V. Vurasko, S.G. Antonenkova, A.Ya. Ageev, S.Yu. Menshikov, L.A. Petrov.</i> Use of Anthraquinone Dispersion for Soda Pulping of Cereals Straw.....	106
<i>Yu.G. Khabarov, L.V. Gerasimova.</i> Lignin Modification through Optimal Combination: 3. Behavior of Phenolic Compounds in the Conditions of Potentiometric Titration by Potassium Ferricyanide.....	110
<i>V.N. Pijalkin, E.A. Tsyganov, V.A. Fedorov.</i> Reactivity of Coals out of Spruce Bark	115

- K.G. Bogolitsyn, O.M. Bogdanchikova.* Simulation of Solute Oxygen Content in the Water of the Northern Dvina River Entry 119

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- G.P. Butko.* Competitive Strength of Enterprises 128

SUMMARIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

- E.N. Saburov, S.V. Karpov, N.V. Smolina.* Aerodynamics of Cyclone Device with Double-side End Gas Discharge and Unsymmetrical Conditions of Flow Input and Output..... 132

JUBILEES

- Arkhangelsk State Engineering University, Forestry Faculty, Department of Forest Taxation and Forest Inventory, Arkhangelsk Forest Authority. Ivan I. Gusev.* 145
-

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК630*272

В.А. БУГАЕВ, М.Т. СЕРИКОВ, В.Т. ПАРИНОВ

Воронежская государственная лесотехническая академия

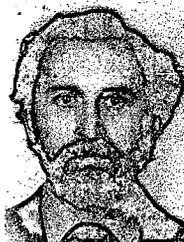
Бугаев Владимир Агеевич родился в 1924 г., окончил в 1948 г. Воронежский лесохозяйственный институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии, заслуженный лесовод РФ, почетный академик РАЕН. Имеет более 250 печатных работ в области лесоустройства, разработки методов математического моделирования и долгосрочного прогнозирования в лесном хозяйстве, применения вычислительной техники и математико-экономических методов в лесоустойчивом проектировании.



Сериков Михаил Тихонович родился в 1953 г., окончил в 1974 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии, советник Российской академии архитектуры и строительных наук. Имеет более 70 научных трудов в области разработки нормативов комплексного использования лесных ресурсов, лесоводственно-экологического обоснования рекреационного пользования в природных комплексах различного функционального назначения, обоснования и создания природоохранных структур.



Паринов Виктор Тимофеевич родился в 1954 г., окончил в 1981 г. Воронежский лесотехнический институт и в 1993 г. Воронежский политехнический институт, ведущий инженер кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет около 20 печатных работ в области водного транспорта леса, лесной таксации и лесоустройства.

ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВА И ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ
В ЗЕЛЕННЫХ ЗОНАХ

В целях создания специализированного рекреационно-ландшафтного хозяйства в зеленой зоне рассмотрена система мероприятий, основанная на разработке лесоустойчивого проекта по участковому методу.

To develop a specialized recreational-and-landscape economic activity in the green zone a system of operations is analyzed based on forest organization project according to plot method.

Лесохозяйственная деятельность в зеленых зонах специфична. Особенности организации хозяйства и лесопользования в них отмечают отдельные авторы [1, 2]. Свои защитные функции насаждения зеленой зоны могут выполнить лишь при достаточной обеспеченности ими территории района. Обычно обеспеченность определяется из расчета 0,02 ... 0,05 га на одного жителя. Следовательно, для одномиллионного города зеленая зона должна составлять не менее 20 ... 50 тыс. га. Этот норматив может изменяться в зависимости от экологической обстановки: загрязнения среды и загазованности атмосферы промышленными предприятиями, ландшафтно-эстетической ценности природных комплексов, их устойчивости по отношению к рекреационным нагрузкам, степени дигрессии природной среды.

Достаточная площадь зеленой зоны еще не обеспечивает полное ее функционирование. Другим важным фактором является компактность лесной территории. Идеален вариант, когда город окружен кольцом насаждений необходимой ширины. Даже значительная площадь зеленой зоны не создает экологического рекреационного эффекта, если насаждения не образуют сплошного массива, а имеются разрывы в виде безлесных пространств. Для организации хозяйства в данных лесных массивах рекомендуется выделение специализированных парков-лесов, лесничеств [1].

Наиболее распространенной формой организации в пригородных лесхозах пока остается лишь отнесение некоторой совокупности кварталов к зеленой зоне. Лесхозы как в этой, так и в других частях своей территории, исходя из имеющегося технического и финансового обеспечения, выполняют по существу однотипные лесохозяйственные работы. Дифференциация сводится к установлению в зеленой зоне повышенных возрастов рубок и более жесткого ограничения в лесопользовании. Можно сослаться на пример пригородных лесхозов Воронежа. Город окружен зеленой зоной четырех лесхозов с наличием в ней безлесных разрывов. Каждый лесхоз самостоятельно осуществляет деятельность и по-разному ведет хозяйство в своей зеленой зоне.

Более рациональным решением была бы организация на базе указанных зон единого специализированного предприятия рекреационно-ландшафтного направления с подчинением областному управлению лесного хозяйства. Такое предприятие смогло бы выполнять лесохозяйственные работы применительно к условиям зеленой зоны в соответствии с особым лесоустроительным проектом, обосновывающим при необходимости технический проект по благоустройству территории, созданию дорожной сети и т. п. Деятельность предприятия должна базироваться на самостоятельном финансировании. Источниками последнего могут быть средства из местного бюджета и дотации городских предприятий. Многие жители Воронежа,

пользующиеся благами зеленой зоны, являются работниками промышленных предприятий и различных учреждений города. Немало их проживает в поселках, примыкающих к данной зоне. Даже небольшой взнос городских предприятий может стать солидным финансовым резервом для специализированного рекреационно-ландшафтного хозяйства. В современных рыночных отношениях не должно быть суждения о бесплатном использовании природных ресурсов. Каждый пользователь обязан оплачивать предоставленные ему полезности. Увеличение средств возможно и в результате передачи отдельных участков в долгосрочное пользование акционерам на арендной основе, обслуживающим отдыхающих на высоком уровне.

Природные условия Воронежа благоприятны для такой деятельности. Насаждения специализированного предприятия типичны для средней полосы европейской части России, разнообразны по составу, возрасту и другим признакам, имеют удовлетворительное состояние и расположены на равнинной части рельефа без заболоченных участков. Лесная территория достаточно организована, имеет надлежащую квартальную сеть и вполне освоена в транспортном отношении благодаря густой сети дорог (требуемых, безусловно, улучшения), а также пригородному автобусному и железнодорожному сообщению. Она примыкает к р. Усманке и Воронежскому водохранилищу. В зеленой зоне, наряду с насаждениями, встречаются открытые поляны, создающие благоприятный ландшафтный вид и комфорт для отдыхающих. Они могут быть предназначены для строительства объектов оздоровительного, культурного и бытового назначения. Реализация предлагаемых мер позволит привлечь дополнительные средства не только инвесторов, но и отдыхающих воронежцев, избавив их от необходимости совершать в летнее время дорогостоящие поездки в южные районы.

Значительная часть затрат может быть возмещена при рациональном лесопользовании за счет утилизации и безотходной переработки древесины, поступающей от всех видов рубок, использования недревесных продуктов и последующей их платной реализации.

Общепринято зеленую зону разделять на две категории лесов: лесохозяйственную и лесопарковую. Для полного использования природных компонентов нужна более глубокая дифференциация вследствие разнообразия древостоев, их специфического назначения. Она возможна на основе выделения целевых функциональных зон, насаждения которых имеют определенные лесоводственно-таксационные показатели, ландшафтно-эстетическую ценность, состояние. Каждая зона представляет обособленную часть лесной территории, приуроченную к существующему административно-хозяйственному делению предприятия, и обеспечивает свое целевое назначение.

В зеленой зоне Воронежа выделяются следующие функционально-целевые зоны: 1) активного, организованного использования; 2) свободного использования; 3) хозяйственная; 4) природных резервов. В первой зоне предусматривается создание благоустроенных объектов строго организованного использования. Во второй отдыхающие располагаются по своему

усмотрению, ставят палатки и размещают личные автомобили на специально устроенных стоянках. В целях сбережения насаждений проезд транспорта разрешается только по дорогам. Исключается разведение костров за пределами установленных мест и нарушения, наносящие ущерб лесу. Третья зона предназначена для надобностей предприятия и размещения здесь его подсобного хозяйства. Четвертая зона находится под особой охраной без рекреационного или хозяйственного использования. Произрастающие в данном месте насаждения служат объектами лесоводственных наблюдений, являются лесными эталонами для данного района, могут быть зонами покоя для животного мира.

Описанная схема зонирования имеет примерный вид. Она может изменяться в зависимости от местных условий, однако использование природных комплексов в зеленой зоне должно базироваться на детальной ее дифференциации.

Основой организации хозяйства является лесоустроительный проект. Лесоустройство осуществляется по участковому методу. Проектно-хозяйственная единица – ландшафтный участок, в который включается несколько смежных выделов с близкими признаками. Ландшафтные участки на единой территории объединяются в соответствующую функциональную зону.

При таксации леса указанным методом, помимо традиционных показателей, в каждом выделе определяются признаки, характеризующие состояние, эстетическую и рекреационную ценность насаждений, их экологическую устойчивость и степень дигрессии природной среды. Эти данные используются для проектирования лесохозяйственных мероприятий и благоустройства территории сообразно назначению отдельных зон.

В лесоустроительном проекте первостепенное значение имеет определение группы зеленой зоны и ее площади. Последняя сопоставляется с нормативом для данных условий и района. Она меньше норматива, предусматривается ее увеличение. Для Воронежа перевод в зеленую зону площадей иных категорий лесов не решит проблемы, так как эти территории удалены от города, его транспортных коммуникаций, менее благоустроены и не окажут существенного влияния на экологическое состояние.

Решение проблемы возможно на основе облесения открытых пространств, примыкающих к зеленой зоне. Первоочередная задача – облесение по внешней окружности зеленого кольца, поскольку его ширина недостаточна. Следующий этап – облесение в разрывах кольца. Они в большинстве своем не входят в гослесфонд, поэтому отвод участков следует увязать с интересами землевладельцев.

Не весь фонд облесения прежде был занят лесом. Необходимо изучить почвенно-гидрологические условия, что позволит выявить земли, пригодные для лесовыращивания. При создании новых насаждений одновременно производится планировка в соответствии с уже имеющейся организацией территории, выбираются места для строительства культурно-бытовых объектов, проектируется тропиночно-дорожная сеть. Такие действия обес-

печат целенаправленную организацию дополнительной территории упомянутой зоны и хозяйственную деятельность в ней.

Лесохозяйственные, лесомелиоративные и лесовосстановительные работы, предусмотренные в лесоустроительном проекте, имеют своей целью улучшить ландшафты и повысить устойчивость насаждений, осушить заболоченные участки, благоустроить территорию. Лесовосстановление и лесоразведение направлены на повышение эстетической ценности местности, реконструкцию малоценных древостоев. Лесозащитные мероприятия выполняются без применения химических средств для оздоровления насаждений, улучшения их состояния. В связи с ростом численности отдыхающих требуются активные лесоохранительные меры по предотвращению лесных пожаров, ущерба от порчи растительности. Это вызовет необходимость в расширении персонала лесной охраны, улучшении ее технического обеспечения.

Лесопользование в виде санитарных, ландшафтных, реконструктивных, лесовосстановительных рубок и рубок ухода в зеленой зоне имеет лесоводственные и рекреационные цели. Вместе с тем получение древесины в условиях малолесных районов приобретает большое экономическое значение. Рубки ухода здесь не только специфичны, но и требуют особых методов проектирования. Для этого в процессе полевой таксации на каждом выделе определяются как обычные признаки, так и характеризующие ландшафтно-рекреационную ценность насаждений. Полученная информация обрабатывается и группируется. Существующая методика установления ежегодного размера рубок ухода основывается на итоговых показателях. Набор участков с учетом необходимых критериев позволяет лучшим образом определить площадь рубок и выбираемый запас. Упомянутая информация с учетом критериев ограничительного характера обрабатывается на ЭВМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Моисеев В. С. и др. Организация зеленой зоны, национального парка и заказников в Ленинградской области / В. С. Моисеев, Л. Н. Яновский, А. А. Селиванов, И. В. Никифорчин // Лесная таксация и лесоустройство: Межвуз. сб. науч. тр. - Красноярск: СТИ, 1989. - С. 115-117. [2]. Моисеев В. С. и др. Развитие и совершенствование ведения комплексного лесного и лесопаркового хозяйства в зеленых зонах (на примере Ленинграда) / В. С. Моисеев, Л. Н. Яновский, Н. Х. Суртаев и др. // Там же. - С. 118-124.

Поступила 15 июня 1996 г.

УДК 630*174.754

В.В. УСПЕНСКИЙ, А.Н. СМОЛЬЯНОВ

Воронежская государственная лесотехническая академия



Успенский Виктор Валентинович родился в 1940 г., окончил в 1962 г. Воронежский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 100 печатных трудов в области комплексной оценки лесных ресурсов, моделирования динамики фитомассы древостоев искусственного происхождения.



Смолянов Анатолий Николаевич родился в 1950 г., окончил в 1971 г. Воронежский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии. Имеет более 80 научных работ.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЛЕСИСТОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ ЛЕСОВ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РАЙОНЕ

Дан анализ лесного фонда ЦЧР, выявлены неудобные земли и их распределение по категориям. Рассчитана экологически возможная лесистость региона. Определены защитные функции лесов будущего.

The forest stock of Central Blackearth region was analyzed, the useless lands were identified and their distribution according to the categories. The ecologically possible amount of woodland was estimated for the region. The protective functions of the forest in future were determined.

Одним из путей предотвращения мирового экологического кризиса является увеличение лесистости территорий. В лесном фонде ЦЧР, из-за отсутствия не покрытых лесом земель лесокультурного фонда, невозможно расширить площади имеющихся лесов. Возникает вопрос, какие земли могут быть резервом для создания лесов будущего?

В 1994 – 1995 гг. кафедрой лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии в рамках инновационной темы начаты исследования регионального масштаба. Материал собирали в Воронежской, Курской, Липецкой, Белгородской и Тамбовской областях. На основе данных областных комитетов по земельным ресурсам получены количественные характеристики прочих земель региона по состоянию на 01.01.1995 г.: Общая их площадь в ЦЧР составляет 333,2 тыс. га. Это неудобья (56), овраги (30), полигоны (1), свалки (1 %) и пр. Большая часть этих земель находится в Воронежской области (93 тыс. га), в остальных областях ЦЧР в каждой около 13 %. Наибольшая доля приходится на овражно-балочную сеть, половина которой расположена также в Воронежской области. Для получения расчетной оптимальной лесистости ЦЧР использовали общую площадь административных единиц, неудобные и бросовые земли. Предполагалось, что в ближайшем 10-летии будет облесено только 80 % этих земель за исключением «глубоких» неудобий.

Ассортимент пород для этих целей устанавливали по коренным типам лесорастительных условий и типам близлежащих лесов. Для этого предварительно исследовали почвенные условия. В качестве основных лесообразователей рекомендуются культуры сосны, дуба, березы, тополя. Таким образом, прогнозируемая лесистость есть отношение возможной площади будущих лесов к общей территории области. Расчет лесистости показан в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Значения показателей по областям				
	Воронежская	Курская	Тамбовская	Белгородская	Липецкая
Фактическая площадь лесов, тыс. га:					
общая	499,4	261,1	386,1	279,3	201,0
лесопокрытая	429,5	251,1	368,9	267,2	188,5
Фактическая лесистость, %, по площади:					
общей	9,2	9,3	12,0	9,7	9,4
лесопокрытой	7,9	9,0	11,4	9,3	8,8
Площадь будущих лесов (на бросовых землях), тыс. га:					
общая	89,1	13,5	19,7	57,0	16,8
лесопокрытая	83,8	13,3	18,3	54,7	16,1
Возможная площадь лесов, тыс. га:					
общая	588,5	274,6	405,8	736,3	217,8
лесопокрытая	513,3	264,4	387,2	322,9	204,6
Возможная лесистость, %, по площади:					
общей	10,8	9,8	12,6	11,7	10,2
лесопокрытой	9,4	9,4	12,0	11,1	9,6

Возможная лесистость не является предельной, так как в расчет не вошли лесополосы специального назначения на землях агропромышленных комплексов, вдоль транспортных магистралей, естественные заросли у водоемов и т. д.

Если дополнительную площадь увеличить в два раза за счет создания будущих лесов, предположив полное лесовосстановление на бросовых землях, то лесистость возрастает на 3 ... 4 %. Таким образом, вовлечение прочих земель ЦЧР в лесокультурную деятельность позволит увеличить лесистость до 13 ... 14 %. Но и это не предел. В настоящее время в результате спада сельскохозяйственного производства появилось много бросовых низкопродуктивных участков, пригодных для лесоразведения.

По данным различных авторов [1, 2], оптимальная лесистость ЦЧР колебалась от 9 до 22 %.

Сопоставление фактической и возможной лесистости представлено в табл. 2.

Возросшие требования к точности оценки состояния лесных биогеоценозов в целях экологического прогнозирования и разработки систем научного мониторинга обуславливают необходимость перехода к количественным и качественным методам анализа. Расчетным путем были получены данные о продуктивности будущих лесов (табл. 3).

Сложнее оценить экологическую продуктивность будущих лесов в системе прижизненного лесопользования, где большая доля приходится на

Таблица 2

Область	Лесистость, %	
	фактическая	расчетная
Тамбовская	10,8	12,2
Белгородская	9,9	11,1
Воронежская	8,2	9,4
Липецкая	7,9	9,6
Курская	7,8	9,4
В среднем по ЦЧР	8,9	10,1

Таблица 3

Показатели	Значения показателей по областям				
	Воронежская	Курская	Тамбовская	Белгородская	Липецкая
Фактическая лесопокрытая площадь, тыс. га	484,2	251,1	368,9	267,2	188,5
Средний прирост на 1 га, м ³	3,5	3,9	3,8	3,2	3,6
Общий прирост, тыс. м ³ :					
фактический средний	1695	979	1402	855	679
дополнительный	293	57	69	176	60
возможный средний	1988	1036	1471	1030	733

Таблица 4

Категория насаждений	Увеличение лесопокрытой площади будущих лесов, тыс. га	Абс. сухая масса хвои, листьев, т	Экологические прижизненные функции		
			Выделение, т		Масса поглощенной пыли, т
			O ₂	БАВ	
Воронежская область					
Хвойные	25,5	157 972,5	2 211 615	6 429,5	4 839,9
Твердолиственные	44,6	463 215,6	5 404 182	9 449,6	1 222 889,1
Мягколиственные	13,7	93 708,0	858 990	1 911,6	281 124,0
Итого	83,8	714 896,1	8 474 787	17 790,7	1 508 853,0
Тамбовская область					
Хвойные	10,1	88 848,7	124 988,2	3 616,1	2 718,8
Твердолиственные	2,8	29 080,8	40 713,1	593,2	76 773,3
Мягколиственные	5,3	34 801,9	38 282,1	709,9	104 405,7
Итого	18,3	152 731,4	209 983,4	4 919,2	189 897,8
Курская область					
Хвойные	1,5	8 487,1	118 819,4	345,4	259,7
Твердолиственные	9,4	95 025,0	108 625,0	1 338,5	250 866,0
Мягколиственные	2,4	13 242,2	121 387,2	270,1	39 726,6
Итого	13,3	116 754,3	348 831,6	1 954,0	290 852,3
Липецкая область					
Хвойные	6,1	53 619,8	750 677,2	2 182,3	1 640,7
Твердолиственные	6,6	29 703,9	346 546,2	605,9	78 418,3
Мягколиственные	3,4	21 705,6	198 968,0	442,8	65 116,8
Итого	16,1	105 029,3	1 296 191,4	3 231,0	145 175,8
Белгородская область					
Хвойные	6,0	33 948,6	475 280,4	1 381,7	1 038,8
Твердолиственные	45,8	463 007,9	5 401 758,6	9 445,3	1 222 340,8
Мягколиственные	2,9	16 005,6	146 718,0	326,5	48 016,8
Итого	54,7	512 962,1	6 023 757,0	11 153,5	1 271 396,4
Всего	186,2	1 602 373,2	16 353 950,0	39 048,5	3 406 175,3

санитарно-гигиенические функции: очистку воздушного бассейна региона за счет поглощения пыли, CO₂ и выделения кислорода, БАВ, фитонцидов. Это требует предварительного расчета породного состава лесов будущего на основе современного их породного распределения.

В соответствии с прогнозом площадь хвойных лесов Воронежской области увеличится на 25,5, твердолиственных на 44,6, мягколиственных

на 13,7 тыс. га. Используя уже опробованную методику, через условную плотность древесины и ее объем определяли массу как отдельных фракций фитомассы, так и общие запасы будущих древостоев. На основе энергетических нормативов, разработанных кафедрой лесной таксации и лесоустойчивости, оценивали экологические прижизненные функции будущих лесов ЦЧР (табл. 4).

Приведенные показатели могут быть использованы в эколого-лесоводственно-технических расчетах. И хотя они не отличаются достаточно высокой точностью, но в то же время представляют одну из попыток количественной оценки средообразующих функций лесов будущего в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Воронин И.В. и др. Лесное хозяйство ЦЧЭР за 50 лет Советской власти /И.В. Воронин, В.А. Бугаев, С.А. Масленников, В.П. Смородин // Воронеж: Центр. кн. изд-во, 1970. - 235 с. [2]. Успенский В.В., Попов В.К. Особенности роста, продуктивности и таксации культур. - М.: Лесн. пром-сть, 1974. - 128 с.

Поступила 16 июня 1996 г.

УДК 630*561:630*174.754

В.С. ПИСАНОВ

Дарвинский государственный заповедник



Писанов Виктор Сергеевич родился в 1938 г., окончил в 1973 г. Московский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Дарвинского государственного заповедника (Вологодская область). Имеет более 30 печатных работ в области изучения динамики антропогенных лесов, экологического мониторинга.

ВЛИЯНИЕ ПОДТОПЛЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ДРЕВОСТОЯ СОСНЫ В ЛИШАЙНИКОВОМ ТИПЕ ЛЕСА

Установлено благотворное влияние водохранилища на изменение таксационных показателей. Выявлена связь этих процессов с климатическими особенностями периодов роста и уровнем водохранилища. Отмечено существенное различие динамики среднего и среднего периодического изменения запаса в подтопляемых и эталонных древостоях. Выявлен факт неустойчивости типа леса.

The favorable effect of water reservoir on the taxation indices changing has been found out. The dependence of these processes on the climatic peculiarities of the growth periods and water storage level has been revealed. Sufficient differences have been distinguished between the dynamics of average and average periodic stock changing in underflooding and model forest stands. The fact of instability of forest type has been observed.

Объектом исследования являются лишайниковые сосняки, растущие на дюнном о. Силон Рыбинского водохранилища. На территории Дарвинского заповедника таких лесов немного (менее 1 % покрытой лесом площади), однако происходящие в них процессы специфичны и необычны для естественных лесов, поэтому интересны для лесной науки.

Изучали динамику спелых древостоев, представленных двумя пробными площадями. Проба 20 занимает участок в 1,0 га с хорошо выраженным мезорельефом: дюнные всхолмления сменяются плавным понижением к водохранилищу, перепад высот 101,8 ... 107,0 м абс. (нормальный подпорный уровень водохранилища 102,0 м абс.). Такой рельеф типичен для лишайниковых сосняков.

Пробная площадь 24 занимает междюнную котловину и склоны к ней. Площадь участка 0,5 га, перепад высот 101,5 ... 105,5 м абс. При высоком уровне водохранилища котловина заполняется инфильтрационными водами и превращается во временно затопляемый участок. Древостой здесь засох, а травянистая растительность представлена вейником наземным и двукисточником тростниковидным. Эта часть пробной площади больше характеризует зону временного затопления, чем лишайниковый сосняк. Однако по склонам котловины древостой чувствует себя нормально.

Многолетние (44 года) исследования позволили выявить особенности динамики древесного яруса в условиях подтопления (табл. 1). На обеих пробах древостои чистые по составу, на год первого перечета (1947 г.) их возраст был равен 56 годам. В динамике таксационных показателей древостоев заметно снижение класса бонитета при одновременном увеличении запаса. Это связано с небольшим апикальным приростом материнского древостоя и значительным пополнением за счет нового поколения. Молодой древостой отличается хорошим ростом в высоту, что свидетельствует о тенденции повышения бонитета в новом поколении. Отпад на пробной площади 20 накапливается медленнее, чем в нормальном неподтопляемом древостое по таблицам хода роста Варгаса де Бедемара [4].

Водохранилище оказывает благоприятное воздействие на гидрологический режим почв, испытывавших ранее недостаток влаги. Бонитет как показатель качества условий произрастания леса, казалось бы, должен увеличиться, однако наблюдается обратный процесс. Значит, понятие бонитета применительно к подтопляемым лесам нуждается в корректировке.

Таблица 1

Год перечета	Класс бонитета	Средние		Полнота	Число живых стволов на 1 га	Запас, м ³ на 1 га		
		<i>d</i> , см	<i>h</i> , м			Живая древесина	Сухая древесина	Валежник
1947	III,3	17,2	13,7	0,36	473	82	1	0
	III,9	15,5	11,8	0,24	386	53	1	0
1959	III,8	18,0	14,0	0,44	530	103	1	0
	IV,0	19,0	13,5	0,33	360	82	18	3
1971	IV,2	18,4	14,3	0,57	660	133	6	2
	IV,4	19,5	13,7	0,36	378	91	16	13
1976	IV,2	19,1	15,1	0,60	657	146	6	4
	IV,4	19,9	14,3	0,40	398	100	14	16
1981	IV,2	20,0	15,3	0,62	626	154	8	6
	IV,4	20,3	14,5	0,42	396	105	13	18
1991	III,6	21,1	18,8	0,71	679	218	11	11
	IV,4	20,1	15,6	0,50	502	127	13	19

Примечание. В числителе данные для пробной площади 20; в знаменателе – 24.

Эффект влияния подтопления или импульсы изменения таксационных показателей [2] рассчитывали по формуле

$$\mathcal{E}_n = \frac{P_\phi - P_{\text{эт}}}{P_{\text{эт}}} 100 \%, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_n – эффект влияния фактора подтопления на изменение таксационных показателей, %;

P_ϕ – относительное изменение таксационных показателей древостоя пробной площади (фактическое), %;

$P_{\text{эт}}$ – то же из ТХР [4] (эталонное), %.

Относительное изменение таксационных показателей определяли по формуле Пресслера [1, с. 422].

В табл. 2 приведены значения импульсов отклонения таксационных показателей древостоев пробных площадей (в относительном выражении) от линии регрессии, характеризующей изменение аналогичных показателей для древостоев в естественных условиях (ТХР [4]). Импульсы отклонения или эффекты влияния подтопления рассчитаны для трех периодов: I – 1947 – 1981гг.; II – 1982 – 1991гг.; III – 1947 – 1991гг. При анализе климатических характеристик оказалось, что первый период является сухим с низким уровнем водохранилища, а второй влажным с высоким уровнем водохранилища.

Рассматривая изменение средней высоты (H), среднего диаметра (D), числа стволов на 1 га (N), запаса (M), среднего (Δ) и среднепериодического (Z_n) изменения запаса наличного древостоя (далее для краткости среднего и текущего прироста) и среднепериодического отпада (Ω_T), отмечаем разнообразие знаков и чисел, характеризующих динамику в подтопляемых древостоях.

Таблица 2

Символ таксационного показателя	Пробная площадь 20			Пробная площадь 24		
	I	II	III	I	II	III
H	-57	+327	+4	-9	+70	+3
D	-52	-17	-46	0	-110	-17
N	-58	-57	-57	-3	-139	-28
M	-57	+318	+20	+800	-67	+129
Δ	+28	-332	-17	-29	+74	-5
Z_n	-46	+436	+64	+800	-43	+300
Ω_T	-65	-23	-56	+67	-211	+8

Анализируя наиболее информативные показатели продуктивности (M и Z_n) и отпада (Ω_T), видим, что на пробе 20 в сухой период отмечен отрицательный импульс их изменения, зато во влажный период эффект подтопления оказался положительным и значительным (для M и Z_n). Суммарный эффект многолетнего влияния подтопления на показатели продуктивности положительный. Во все периоды отпад был менее выражен, чем в неподтопляемом древостое (из ТХР).

На пробной площади 24 картина совершенно иная. В сухой период наблюдается очень сильный положительный импульс от подтопления, во влажный импульс отрицательный и небольшой по величине, кумулятивный эффект положительный и значительный. Импульс отпада в сухой период был положительным, во влажный отрицательным, т. е. в этот период отпад значительно меньше, чем в эталонном древостое.

Такую специфическую реакцию древостоя на подтопление в связи с особенностями рельефа занимаемого участка можно объяснить следующим образом.

Древостой лишайникового сосняка, растущего в условиях выраженного мезорельефа (проба 20) и глубокого залегания грунтовых вод, в сухие годы при низком уровне водохранилища испытывает недостаток почвенной влаги. Корневая система интенсивно регенерирует, устремляясь вглубь за снижающимся уровнем грунтовой влаги. На этот процесс уходит вся энергия роста дерева.

В следующий за сухим влажный период развитая корневая система обеспечивает усиленное питание деревьев и происходит значительный прирост наземной массы.

На участке междюнного понижения грунтовая вода залегает неглубоко. В сухой период корневая система достигает капиллярной каймы грунтовой влаги и обеспечивает хороший прирост наземной части; во влажный испытывает сильное подтопление. Оказавшиеся в воде корни отмирают, оставшаяся часть активных корней не обеспечивает в полной мере потребности деревьев в почвенном питании, что отражается на снижении прироста.

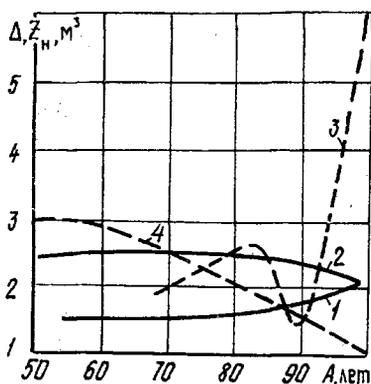
Таблица 3

Древостой	Возраст, лет	Z_n	Δ	Древостой	Возраст, лет	Z_n	Δ
Подтопляемый (пробная площадь 20)	56	—	1,5	Эталонный (ТХР)	50	3,0	2,4
	68	1,8	1,5		60	2,9	2,5
	80	2,5	1,7		70	2,5	2,5
	85	2,6	1,7		80	2,0	2,4
	90	1,6	1,7		90	1,7	2,3
	100	6,4	2,2		100	1,1	2,2

Интересно проследить за характером изменения абсолютных показателей среднего и текущего приростов подтопляемого древостоя в сравнении с эталонным из ТХР. Этот метод успешно используется в лесной таксации для оценки влияния внешних факторов на процессы в древостоях. Сравнить будем изменение прироста в древостое пробной площади 20, условия произрастания которого наиболее характерны для лишайникового типа леса.

Используя данные о запасе древостоя в разные годы учета, вычисляли текущий наличный (Z_n) и средний (Δ) приросты. В табл. 3 приведены значения прироста древостоев в разные годы их жизни.

На основании этих данных построены графики изменения среднего и текущего приростов древостоя сосны на пробной площади 20 и в эталонном древостое (ТХР), представленные на рисунке. Как видим, характер изменения показателей прироста древостоев, испытывающих подтопление и эталонных, существенно различается. В условиях подтопления средний



Соотношение среднего и среднепериодического изменения запаса древостоя сосны в лишайниковом типе леса

прирост имеет тенденцию к увеличению, что нехарактерно для естественных древостоев в спелом возрасте. Еще необычнее изменяется текущий прирост наличного древостоя, причем отмечен резкий подъем кривой в последний 10-летний период, когда влияние подтопления было наиболее выраженным. Такая же тенденция отмечена во втором периоде, в котором текущий прирост возрос в 5 раз по сравнению с этим показателем эталонного древостоя.

На основании изложенного, а также с учетом изменений других компонентов [3] можно сделать следующие выводы о влиянии подтопления на лишайниковые сосняки.

1. Изучаемые леса растут в зоне действия водохранилища, т. е. гидрологический режим почв в них тесно связан с уровнем водохранилища. При высоком уровне влияние подтопления нарастает, при низ-

намика лишайниковых сосняков // Динамическая типология леса. - М., 1989. - С. 192-197. [4]. Тюрин А.В. Науменко И.М., Воропанов П.В. Лесная вспомогательная книжка. - М.; Л.: Гослесбумиздат, 1956. - 532 с.

Поступила 23 марта 1996 г.

УДК 630*114:630*232.325:630*17:582.475.4

М.И. ГОРДИЕНКО, С.Б. КОВАЛЕВСКИЙ

Национальный аграрный университет (Украина, г. Киев)



Гордиенко Михаил Иванович родился в 1924 г., окончил в 1953 г. Киевский лесохозяйственный институт, доктор биологических наук, профессор кафедры лесных культур и лесной фитопатологии Национального аграрного университета (Украина, г. Киев). Имеет более 200 научных трудов в области лесных культур.



Ковалевский Сергей Борисович родился в 1967 г., окончил в 1991 г. Украинскую сельскохозяйственную академию, кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры дендрологии и охраны природы Национального аграрного университета (Украина, г. Киев). Имеет более 10 научных трудов в области лесных культур.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ УХОДА ЗА ПОЧВОЙ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ХВОЕ САЖЕНЦЕВ

Приведены данные о влиянии числа механизированных уходов за почвой в 1-4-летних культурах на содержание элементов минерального питания в хвое саженцев сосны, на их рост и развитие. Определены наиболее целесообразные сроки и число уходов в культурах сосны до смыкания крон.

The data is given concerning the influence of mechanized soil care and its frequency in 1-4-age cultures on the content of mineral nutrient elements in pine seedling needles, on their growth and development. The most optimum terms and number of cares in the pine cultures to leaf canopy are defined.

При создании культур важно обеспечить благоприятные условия в период индивидуального роста саженцев на постоянном месте. Сами саженцы еще не влияют друг на друга, но на них воздействует травянистая растительность, конкурируя за питательные вещества, влагу и затеняя их сверху. Одним из наиболее важных мероприятий в этот период является уход за почвой, что особенно важно в связи с современной технологией разработки лесосек, когда после рубки интенсивно разрастается травянистая растительность. Главной целью ухода за почвой в лесных культурах до смыкания крон является поддержание ее в рядах и междурядьях в чистом от сорняков и разрыхленном состоянии.

Для нормального роста деревьев необходимо стабильное обеспечение минеральными элементами, особенно азотом, фосфором и калием. При недостатке фосфора часто наблюдается резкое отставание в росте молодых деревьев без каких-либо симптомов. Нехватка калия усложняет перемещение углеводов и метаболизм азота. Считается также, что калий играет роль осмотического агента в открывании и закрывании устьиц; он очень мобилен.

Азот необходим на всех этапах роста — от проростков до взрослых растений. Недостаточное его количество является определяющим фактором, который имеет наибольшее значение после водного дефицита. Потребность в азоте тесно связана с энергией роста.

Нами проведены исследования 1–4-летних культур сосны обыкновенной в условиях свежих суборей. Закладывали прямоугольные пробные площади, которые захватывали не менее четырех рядов и располагались параллельно им. На каждой пробе было по 200 и более саженцев. На всех пробных площадях измеряли высоту саженцев. В однолетних культурах она составляла в среднем 8 ... 11, в двухлетних 19 ... 22, в трехлетних 35 ... 39, в четырехлетних 78...86 см. Приживаемость культур 95,7 %.

В однолетних культурах в пределах одного выдела закладывали шесть вариантов (по три участка в каждом) с разным числом уходов за почвой. Первый вариант был без ухода за почвой (контрольный участок), во втором проводили один уход (в конце апреля), в третьем — два (в конце апреля и мая), в четвертом — три (в конце апреля, мая и июня), в пятом — четыре (в конце апреля, мая, июня и июля), в шестом — пять (в конце апреля, мая, июня, июля и в середине сентября). В двухлетних культурах было заложено пять вариантов (по три участка в каждом). Первый вариант контрольный, во втором было четыре ухода (в середине мая, конце июня и июля, середине сентября), в каждом из последующих вариантов проводили на один уход меньше. В трехлетних культурах закладывали четыре варианта (по три участка в каждом). Первый был контрольным, во втором проводили только один уход (в конце мая), в третьем — два (в конце мая и июля), в четвертом — три (в конце мая и июля, середине сентября). В четырехлетних культурах заложено три варианта (по три участка в каждом). Первый вариант контрольный, во втором выполняли один уход (в первой декаде июня), в третьем — два (в первой декаде июня и конце июля). В междурядьях проводился

уход за почвой культиватором КЛБ-1,7 в агрегате с трактором МТЗ-80, в рядах – ручная прополка, особенно в первые годы. Интенсивность уходов и сроки их проведения соответствуют технологиям, применяемым на производстве. Содержание питательных веществ в хвое саженцев сосны устанавливали по методике К. Гинсбурга, в соответствии с которой предварительно проводили «мокрое» озоление навески при помощи серной и хлорной кислот, а затем в этой суспензии определяли содержание азота и фосфора с помощью фотоэлектроколориметра, калия – на пламенном фотометре.

В условиях свежей субори в первый год после рубки материнского насаждения (однолетние культуры) видовой состав травянистой растительности разнообразен: чистотел продырявленный, орляк, ландыш майский, земляника лесная, мятлик узколистный (в среднем по 2 ... 4 экземпляра на 1 м² на контрольных участках). В середине мая, после первого ухода за почвой, эти виды исчезают. До конца вегетационного периода их количество постепенно увеличивается в контроле; на участках с разным числом уходов находится в обратной зависимости от частоты рыхления почвы. По наблюдениям в конце июня, в рядах участков с двумя уходами росли в среднем: орляк (1 экз. высотой 18 см), 2 экз. ландыша и 3 экз. мятлика на 1 м², в междурядьях – чистотел, орляк и ландыш были представлены единичными экземплярами, мятлик – в среднем 4 экз. на 1 м².

В рядах и междурядьях участков с тремя уходами насчитывалось соответственно по 2 и 4 проростка мятлика. В междурядьях контрольных участков было 4 экз. чистотела высотой 31 ... 36 см, 2 экз. орляка (23 ... 29 см), по 3 экз. ландыша, крапивы и мятлика. Начиная со второй декады июля, наблюдается усыхание ландыша, крапивы и орляка. Во второй половине вегетационного периода появляются единичные экземпляры вейника наземного.

В двухлетних культурах еще сильно разрастается вейник: в мае – 5, в сентябре – 8 экз. на 1 м², в этот период его высота 87 ... 140 см. Все чаще в рядах и особенно междурядьях встречается пырей ползучий. Его количество также увеличивается до конца вегетации и в сентябре составляет в среднем 14 кустов на 1 м². Орляк отмечен только в междурядьях контрольных участков, т. е. после уходов он не успевает разрастаться. Чистотел также больше распространен в междурядьях без ухода, но встречается и на участках с одним уходом. В это время чистотел и орляк постепенно вытесняются злаками.

В трехлетних культурах вейник наземный достигает максимального развития, его количество увеличивается от 14 кустов на 1 м² весной до 24 осенью, высота 147 ... 163 см. В этот период он значительно выше сосны обыкновенной. Набирает силу пырей, который распространяется главным образом на участках после проведения уходов, конкурируя с вейником. Вместе они вытесняют чистотел и орляк, которых насчитывается 2-3 экз. на 1 м² в междурядьях культур. Исчезают земляника лесная и крапива двудомная, но образуются заросли зверобоя продырявленного.

На четвертый год из травяного покрова выпадают купена лекарственная и ландыш майский. Контрольные участки культур покрываются сплошными зарослями вейника и пырея, количество которых увеличивается в течение вегетационного периода. Чистотел и зверобой встречаются единично. В результате разрастания веток сосны и постепенного смыкания их в рядах наблюдается ступенчатое вытеснение травянистой растительности (вейник и пырей) из рядов культур в междурядья. Высохшие и отмершие части вейника и пырея в междурядьях, а местами и в рядах, на участках без ухода, образуют мульчу.

Уход за почвой в однолетних культурах позволяет уничтожить главного конкурента саженцев сосны за питательные элементы – травянистую растительность, что, в свою очередь, способствует увеличению содержания в хвое саженцев азота, фосфора и калия. В условиях свежих суборей их количество в хвое в июле составляло соответственно: на контрольном участке 0,78; 0,24 и 0,38; с одним уходом 0,82; 0,26 и 0,40; с четырьмя уходами 0,88; 0,29 и 0,43 %. В конце сентября после проведения всех уходов были получены следующие результаты: в контроле и на участке с пятью уходами азота 0,82 и 0,92; фосфора 0,25 и 0,34; калия 0,40 и 0,47 % (см. таблицу).

Проведение уходов за почвой в двухлетних культурах также способствовало увеличению содержания азота, фосфора и калия как в однолетней, так и двухлетней хвое саженцев сосны. На участке, где было два ухода за почвой, количество азота в однолетней хвое составляло 0,84, в двухлетней 0,68, фосфора соответственно 0,31 и 0,25, калия 0,43 и 0,38 % (в июле). На контрольном участке в одно- и двухлетней хвое содержание азота составляло 0,79 и 0,66, фосфора 0,27 и 0,23, калия 0,41 и 0,36 %. Такая же закономерность сохранилась и при исследованиях в конце сентября.

Начиная с третьего года после создания культур, корни саженцев сосны начинают выходить за пределы защитной полосы (25 ... 30 см). В связи с этим механический уход за почвой сопровождается повреждением и уничтожением части корней сосны, которые находятся в верхнем 10-сантиметровом слое. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению площади охвата почвы корневой системой, что не может не сказаться на минеральном питании саженцев. Наши исследования показали снижение содержания питательных веществ в хвое саженцев на участках с разным количеством уходов по сравнению с контролем. Так, по наблюдениям 27 сентября, в одно- и двухлетней хвое саженцев контрольного участка содержалось: азота 0,85 и 0,74, фосфора 0,25 и 0,22, калия 0,40 и 0,24 %; в одно- и двухлетней хвое саженцев на участке с тремя уходами (в конце мая, июня и июля) азота 0,76 и 0,61, фосфора 0,20 и 0,18, калия 0,34 и 0,19 %. Данные для участков с одним и двумя уходами занимают промежуточное место.

В четырехлетних культурах механизированные уходы за почвой сопровождаются дальнейшим повреждением и обрезанием корней сосны, что не может не сказаться на содержании питательных веществ. Это подтверждается результатами наших исследований. Так, в мае в однолетней хвое

Вариант	Содержание питательных веществ, % в хвое саженцев сосны обыкновенной								
	31. V			29. VII			27. IX		
	Азот	Фосфор	Калий	Азот	Фосфор	Калий	Азот	Фосфор	Калий
Однолетние культуры									
Контроль	0,75	0,23	0,38	0,78	0,24	0,38	0,82	0,25	0,40
Уходы за почвой:									
1	0,77	0,25	0,39	0,82	0,26	0,40	0,86	0,23	0,43
2	0,78	0,26	0,39	0,85	0,27	0,41	0,88	0,31	0,46
3	—	—	—	0,87	0,28	0,42	0,90	0,33	0,47
4	—	—	—	0,88	0,29	0,43	0,91	0,34	0,47
5	—	—	—	—	—	—	0,92	0,34	0,47
Двухлетние культуры									
Контроль	0,76	0,25	0,40	0,79	0,27	0,41	0,81	0,29	0,42
	0,64	0,21	0,35	0,66	0,23	0,36	0,69	0,24	0,36
Уходы за почвой:									
1	0,77	0,26	0,41	0,82	0,30	0,42	0,85	0,32	0,43
	0,65	0,21	0,36	0,67	0,25	0,37	0,72	0,26	0,38
2	—	—	—	0,74	0,31	0,43	0,86	0,33	0,46
	—	—	—	0,68	0,25	0,38	0,71	0,27	0,39
3	—	—	—	0,85	0,32	0,43	0,88	0,35	0,43
	—	—	—	0,68	0,25	0,38	0,72	0,28	0,39
4	—	—	—	—	—	—	0,89	0,36	0,45
	—	—	—	—	—	—	0,72	0,27	0,40
Трехлетние культуры									
Контроль	0,78	0,25	0,39	0,74	0,26	0,40	0,85	0,25	0,40
	0,64	0,20	0,35	0,72	0,22	0,23	0,74	0,22	0,24
Уходы за почвой:									
1	0,76	0,24	0,37	0,80	0,23	0,36	0,80	0,23	0,37
	0,53	0,19	0,34	0,64	0,20	0,21	0,66	0,21	0,21
2	—	—	—	0,78	0,22	0,35	0,77	0,21	0,35
	—	—	—	0,62	0,19	0,20	0,61	0,20	0,20
3	—	—	—	—	—	—	0,76	0,20	0,34
	—	—	—	—	—	—	0,61	0,18	0,19
Четырехлетние культуры									
Контроль	0,76	0,25	0,37	0,79	0,26	0,38	0,81	0,26	0,39
	0,61	0,19	0,32	0,66	0,21	0,31	0,69	0,20	0,29
Уходы за почвой:									
1	0,75	0,25	0,35	0,71	0,23	0,32	0,68	0,21	0,30
	0,61	0,19	0,31	0,59	0,17	0,28	0,56	0,15	0,24
2	—	—	—	0,70	0,22	0,31	0,67	0,20	0,29
	—	—	—	0,59	0,16	0,27	0,57	0,15	0,23

Примечание. В числителе данные для однолетней хвои; в знаменателе — для двухлетней.

саженцев в контроле и на участке с одним уходом содержалось: азота 0,76 и 0,75, фосфора 0,25 и 0,25, калия 0,37 и 0,35 %. Разница незначительна, так как в это время травянистая растительность лишь начинает развиваться. В конце сентября эти различия существенны. Так, в однолетней хвое саженцев участков контрольного и с двумя уходами содержится: азота 0,81 и 0,67, фосфора 0,26 и 0,20, калия 0,39 и 0,29 %.

Как видно из приведенных данных, механизированный уход за почвой в 1–4-летних культурах сосны, вследствие повреждения и обрезки корневой системы, приводит к уменьшению содержания азота, фосфора и калия в одно- и двухлетней хвое. Иными словами, обрезание значительной, наиболее активной части корней ухудшает обеспечение надземной части саженцев сосны питательными веществами.

Нехватка минеральных веществ сказывается на внутренних биохимических и физиологических процессах. Недостаток азота может тормозить рост вследствие плохого обеспечения процессов биосинтеза новой протоплазмы. Одновременно уменьшаются скорость синтеза ферментов и хлорофилла, фотосинтезирующая поверхность, ассимиляция листовой пластины, сама поверхность листа [2].

Дефицит калия замедляет фотосинтез и способствует усилению дыхания, уменьшая при этом количество углеводов, которые могли бы быть использованы для роста. Хорошо обеспеченное калием растение более морозостойко. Общий недостаток минеральных веществ, особенно макроэлементов, приводит к снижению интенсивности роста надземной части дерева.

Таким образом, в одно- и двухлетних культурах уход за почвой способствует повышению содержания азота, фосфора и калия в хвое саженцев сосны, оно возрастает с увеличением числа уходов. Уходы в 3–4-летних культурах приводят к отрицательному результату, особенно во второй половине вегетационного периода, вследствие повреждения корней и плохой их регенерации.

В целях уменьшения повреждения корней саженцев рабочими органами механизмов считаем целесообразным в однолетних культурах проводить три ухода (в середине мая, конце июня и середине июля), в двухлетних – два (в конце мая и конце июня – середине июля), в трехлетних – один в середине июня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. - М.: Лесн. пром-сть, 1983. [2]. Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г. Физиология древесных растений. - М.: Лесн. пром-сть, 1974.

УДК 630*17:630*176.322.6:630*164

А. И. ИВЧЕНКО

Ботанический сад Украинского государственного
лесотехнического университета

Ивченко Анатолий Иванович родился в 1948 г., окончил в 1975 г. Львовский лесотехнический институт, старший научный сотрудник Ботанического сада Украинского государственного лесотехнического университета. Имеет более 30 печатных работ в области лесоведения, таксации, изучения интродуцированной дендрофлоры.

О НАЗВАНИИ ИНТРОДУЦИРОВАННОГО АМЕРИКАНСКОГО ДУБА КРАСНОГО

Исследована проблема ботанической таксономии интродуцента, широко распространенного в лесном хозяйстве и озеленении, что обусловлено путаницей научных названий с близким видом.

The problem of botanic taxonomy of the introduced plant widely spread in forestry and settlement gardening has been investigated, caused by the confusion of scientific names with close species.

В практике нередко приходится сталкиваться с путаницей в таксономических названиях древесных пород. Наиболее яркий пример с лиственницами. Под названием лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill.) в лесном хозяйстве запада Украины можно встретить три вида: японскую (*L. leptolepis* Gord.), сибирскую (*L. sibirica* Ledeb.) и собственно европейскую [12]. Эколого-биологические особенности этих видов весьма различны. Если этого не учитывают, то на практике лиственница японская угнетает или вытесняет сопутствующие породы, а сибирская выпадает из насаждений. И проблема эта не региональна. В Польше отмечены подобные случаи вольного обращения с названиями аборигенных дубов – черешчатого (*Quercus robur* L.) и скального (*Q. petraea* Liebl.) Р. Заремба считает это пережитком прошлого, чему в эпоху интенсификации лесохозяйственного производства не должно быть места [39]. Нечто подобное относится и к са-

мой ботанической номенклатуре. Речь о гомонимах, т. е. случаях, когда один и те же названия означают разные виды. Среди дендрофлоры таковым является дуб красный (*Q. rubra* L.), который одни понимают как синоним дуба северного (бореального) (*Q. borealis* Michx.) [17, 25, 26, 32–34], другие – как синоним дуба серповидного (*Q. falcata* Michx.) [29, 36, 37], третьи трактуют как самостоятельный таксон [4, 9].

Гомонимичность этого названия пытались ликвидировать еще в 1935 г. на Амстердамском ботаническом конгрессе, где было принято решение изъять его из ботанической номенклатуры и употреблять приоритетные названия *Q. borealis* Michx. – *Q. rubra* Du Roi и *Q. falcata* Michx. – *Q. rubra* L. [24]. Но это решение не было выполнено. Наоборот, название дуб красный (*Q. rubra* L.) стало приоритетным, а неупорядоченность в толкованиях осталась. Последнее, по-видимому, связано с тем, что до 1922 г. оба упомянутых вида относили к указанному таксону, ибо один из них именовался как *Q. rubra* var. *ambigua* (разновидность сомнительная) [1, 36].

Дуб, известный как северный, широко распространен [24, 29], тогда как серповидный культивируется лишь изредка, однако именно этот вид под названием дуб красный (*Q. rubra* L.) приводится во «Флоре СССР» [15].

Дендрологической энциклопедией до настоящего времени является шеститомник «Деревья и кустарники СССР» [4]. В нем рассматривается несколько видов дуба североамериканского происхождения, в том числе красный (*Q. rubra* L.), серповидный и северный. Морфологические описания дубов красного и серповидного почти тождественны. Лишь для первого указывают размер желудей 1,8 ... 3,0 см, а для второго – размер плодоноса до 10 см. Последнее утверждение, вероятно, ошибочно, ибо плодонос у этого вида, как и у других из секции красных дубов, короткий [29, 36] или желуди сидячие [31]. В описании приводится ареал дуба красного, северная часть которого захватывает Новую Шотландию, а также юг Квебека и Онтарио. Так далеко на север заходит лишь дуб северный [31, 36], за что он, собственно, и получил свое название. Приведенные районы местобитания дуба красного и перспективы его дальнейшего распространения фактически совпадают с таковыми дуба северного. В частности, утверждается, что дуб красный хорошо растет и плодоносит в Эстонии, а также в районе Ленинграда. Однако М. Маргус [11] подчеркивает, что культура дуба северного в Эстонии наиболее северная, ибо уже в Финляндии результаты его интродукции неудовлетворительны. Также известны факты зимнего повреждения дуба северного в этом регионе [4]. Если при этом учесть, что ареал дуба красного (*Q. rubra* L.) размещается значительно южнее ареала дуба северного и что последний менее зимостоек [4, 10], а также то, что вегетационный период в ареале первого составляет 240 дн., а на широте Ленинграда не превышает 190, то сомнительно, что упоминаемый теплолюбивый вид может расти (и даже плодоносить) в наиболее северных районах культивирования более зимостойкого вида.

Виды дуба существенно различаются по форме листовой пластинки. Однако В.П. Малеев и С.Я. Соколов [4] не вносят здесь ясности: из трех

упомянутых дубов приведены рисунки листьев лишь двух – красного и серповидного. Противоречивы также данные об ареалах. Приводится карта распространения дуба северного. Графическое изображение ареала дуба красного совсем не соответствует описанию вида и больше подходит для дуба серповидного. В то же время нет схемы ареала последнего.

Из изложенного напрашивается вывод, что в указанной работе под названиями дуб красный и дуб серповидный фактически описан один и тот же вид, как их и трактуют некоторые авторы [29, 36]. Лишь приведенные размер желудей, рисунок листа и описание распространения дуба красного ближе к описанию дуба северного. Такая ситуация, по-видимому, сложилась по той причине, что к двум существующим видам пытались применить три таксономических названия. Проведя анализ значительного литературного и фактического материала, мы пришли к выводу, что из трех упомянутых видов реально существуют лишь два, однозначно известные как дуб северный (*Q. borealis*) и дуб серповидный (*Q. falcata*) [6]. Таким же образом их рассматривает и Н.Ф. Каплуненко [8].

А.Л. Лыпа избежал подобной путаницы описаний, остановившись из трех упомянутых лишь на двух несомненно разных видах, но назвал их дуб красный и дуб северный [10]. Встречаются также примеры неверного трактования рассматриваемой группы видов и при обращении лишь к двум таксонам. Так, А.И. Колесников [9] отмечает дуб красный как наиболее морозостойкий из всех видов дуба. Ареал его достигает Новой Шотландии. Аналогичное распространение на север указывает он и для дуба северного. Приводится цветная иллюстрация листьев первого. Ни один из упомянутых видов по своей характеристике не соответствует дубу серповидному, т. е. в действительности под двумя названиями фигурирует один вид. Произошло как бы терминологическое раздвоение одного существующего вида на два теоретических таксона.

Подобное имеет место и в утверждении, что в районе Львова произрастают дуб северный и дуб красный [3]. В то же время известно, что здесь встречается лишь один из названных видов [6]. А упомянутая ошибка обусловлена таксономической путаницей, ибо в литературе 40-х гг. указывалось наличие здесь дуба красного [22], а позже – дуба северного [23], причем в обоих случаях рассматривался один и тот же вид.

Некоторые авторы под названием дуб красный описывают известный нам дуб северный (боковые лопасти листа шире, чем промежутки между ними, длина желудей до 3 см, естественный ареал доходит до Новой Шотландии, широко внедряется в лесное хозяйство) [7, 16].

Встречаются случаи трактовки ботанического названия *Q. rubra* Duroi как соответствующего дубу красному [14, 28], а также как синоним к *Q. borealis* [24, 30].

Применяя название *Q. borealis*, а также *Q. borealis* var. *maxima*, одни авторы приоритетным считают название дуб бореальный [1], другие – дуб северный [13] или дуб красный [2, 18].

Нет четкого размежевания североамериканских дубов и в других странах. Так, в немецкой литературе вид *Q. borealis maxima* имеет синоним *Q. rubra* Du Roi с употреблением немецкого названия Roteiche – дуб красный. *Q. falcata* приводится с синонимом *Q. rubra* L. и немецкими названиями Spanische Eiche – испанский дуб и Sicheleiche – серповидный дуб [29]. Но потом вид, раньше рассматриваемый как *Q. borealis*, уже подается под названием *Q. rubra* L. [38]. В английской литературе практикуется приоритетное название дуб красный (*Q. rubra* L.) с синонимом *Q. borealis* [33, 34], но иногда также встречается синоним *Q. rubra* Du.Roi [30]. Чешские и словацкие специалисты применяют приоритетное название *Q. rubra* L. с синонимом *Q. borealis* [25, 26]. М. Голубчик считает, что раньше отличали дуб северный (*Q. borealis*) и его крупноплодную форму *Q. borealis maxima*, а в последнее время употребляют одно общее название – дуб красный [32]. Польские, болгарские и французские исследователи чаще всего практикуют применение названий дуб красный и дуб северный с одним и тем же содержанием, т. е. считают их синонимами [6].

Похоже, что первопричиной упоминаемой таксономической путаницы является нечеткое описание дуба красного еще К. Линнеем, который других видов этой секции не рассматривал. Только в 1922 г. Ч. Саргент впервые дал ключ к определению также дуба северного [37]. Позже А. Редер выделил ареалы обоих видов, закрепив за ними соответственно названия *Q. falcata* (с синонимом *Q. rubra* L.) и *Q. borealis*, указав, что первый произрастает в южных районах США со средней годичной минимальной температурой от -5 до $+5$ °C, а второй заходит значительно севернее (температура от -10 до -20 °C) [1, 36].

Однако с 40-х гг. в американской литературе название дуб красный (*Q. rubra* L.) начали применять как приоритетное для северного дуба, а *Q. borealis* – как синонимное [27, 31]. В.С. Холявко [17] тоже подчеркивает, что в ботанической и лесохозяйственной литературе Америки приоритетным названием является *Q. rubra* L., а *Q. borealis* и *Q. borealis* var. *maxima* приводятся как синонимы. На английском языке этот вид называют Northern red oak – северный красный дуб [31, 35]. В. Харлоу и Е. Харпар к серповидному дубу приводят английское название Southern red oak – южный красный дуб. Сравнивая иллюстративный материал этих авторов, можно сказать, что конфигурация листовой пластинки дуба серповидного весьма оригинальна (рис. а) и существенно отличается от дуба красного (рис. б), тогда как конфигурация последнего практически тождественна с распространенным у нас американским интродуцентом (рис. в).

После Амстердамского ботанического конгресса прошло 60 лет, однако за это время не удалось ликвидировать гомонимичность названия дуб красный (*Q. rubra* L.). Под этим названием все еще описывают два вида дуба – серповидный и северный, что вносит дезинформацию в научную, производственную и студенческую среду. Давно пора упорядочить номенклатуру и уточнить ботанические описания этих видов.



Лист дуба: *a* – серповидного (*Q. falcata* Michx.) [31]; *б* – красного (*Q. rubra* L.) [31]; *в* – американского

Опубликованы две работы С.К. Черепанова [19, 20], где указываются таксоны, верно и неверно обнародованные после выхода в свет «Флоры СССР», но интродуцированные дубы североамериканского происхождения там не упоминаются. Позже в многотомнике «Жизнь растений» [5] широко встречающийся у нас интродуцент назван дубом северным (*Q. borealis*), тогда как С.К. Черепанов в своем списке приводит лишь название *Q. rubra* L. [21].

Из изложенного вытекает, что за распространенным в лесном и зеленом хозяйствах североамериканским видом дуба следует закрепить приоритетное название дуб красный (*Q. rubra* L.), как это сейчас практикуется в странах естественного ареала и как было у нас до конца 40-х – начала 50-х гг. При специальных исследованиях с выделением крупноплодной формы (предположительно это экотип или географическая раса) можно практиковать названия дуб северный (*Q. borealis*) и дуб северный, форма крупноплодная (*Q. borealis* f. *maxima*).

За видом, который ряд авторов рассматривали как дуб красный (*Q. rubra* L.) [10, 15], следует закрепить название дуб серповидный (*Q. falcata*). В Восточной Европе он распространен мало, поскольку его биологическим особенностям соответствуют только климатические условия юга (на Украине, в частности, условия Закарпатья), а известность он получил лишь в связи с таксономической путаницей и нечетким отмежеванием от широко распространенного интродуцента.

Практическое решение этих вопросов позволит избежать разногласий в таксономии рассматриваемых видов и устранить таким образом искусственные барьеры, сдерживающие более глубокое их изучение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гегельский И.Н.: О названии дуба красного, культивируемого в СССР//Лесн. хоз-во. - 1959. - № 4. - С. 69. [2]. Денчик В.П. Дуби дендрария Ботаничного саду АН УРСР//Акліматизація рослин. - К: Вид-во АН УРСР, 1960.

- С. 66-75. [3]. Деревья и кустарники декоративных городских насаждений Польши и Лесостепи УССР. - Киев: Наук. думка, 1980. - 235 с. [4]. Деревья и кустарники СССР. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. - Т. 2. - 611 с. [5]. Жизнь растений. - М.: Просвещение, 1980. - Т. 5, ч.1. - 430 с. [6]. Івченко А.І. Уточнення номенклатури і морфологічних ознак деяких видів роду *Quercus L.*//Український ботан. журн. - 1985. - Т. 42, № 5. - С. 27-32. [7]. Интродуцированные деревья и кустарники в Белорусской ССР. - Минск: Изд-во АН БССР, 1960. - Вып. 2. - 297 с. [8]. Каплуненко Н.Ф. Интродукция дубов на Украину. - Киев: Наук. думка, 1981. - 164 с. [9]. Колесников А.И. Декоративная дендрология. - М.: Лесн. пром-сть, 1974. - 704 с. [10]. Лыпа А.Л. Определитель деревьев и кустарников. - Киев: Изд-во Киев. гос. ун-та, 1955. - Т.1. - 298 с. [11]. Маргус М.М. О выращивании северного дуба в Эстонии // Изд. АН ЭССР. Сер. биол., 1958. - Т. 7, № 3. - С. 225-226. [12]. Олійник І.Я. Модриново-дубові культури за участю модрини японської // Українськ. ліс. - 1994. - № 1. - С. 40-42. [13]. Прикладовская Н.Ф. О дубе северном (красном) в западных областях Украины//Науч. тр./Львов. лесотехн. ин-т, 1957. - Т. 3. - С. 227-233. [14]. Рычин Ю.В. Древесно-кустарниковая флора. - М.: Просвещение, 1972. - 264 с. [15]. Флора СССР. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. - Т. 5. - 752 с. [16]. Флора УРСР. - К.: Вид-во АН УРСР, 1952. - Т. 4. - 690 с. [17]. Холявко В.С. Лесные быстрорастущие экзоты. - М.: Лес. пром-сть, 1981. - 224 с. [18]. Хутиев Т.Э. Дуб красный в культурах Северной Осетии. - Орджоникидзе: Ир, 1975. - 167 с. [19]. Черепанов С.К. Перечень новых таксонов флоры Советского Союза, действительно обнародованных в 1934-1966 гг. после выхода в свет «Флоры СССР» //Новости систематики высших растений. - 1967. - С. 3-143. [20]. Черепанов С.К. Перечень названий новых таксонов флоры СССР и новых номенклатурных комбинаций, недействительно обнародованных в 1934-70 гг. после выхода в свет «Флоры СССР» //Новости систематики высших растений. - 1972. - С. 304-327. [21]. Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР.- Л.: Наука, 1981. - 509 с. [22]. Щербина А.А. Экзотические деревья и кустарники Львова//Науч. зап./Львов. гос. ун-т. - 1949. - Т. 16. - Сер. биол. Вып. 5. - С. 21-66. [23]. Щербина А.А. Результаты акклиматизации декоративных деревьев и кустарников в г. Львове и его окрестностях // Науч. зап. /Львов. гос. ун-т. - 1954. - Т. 26. - Сер. биол. Вып. 7. - С. 105-112. [24]. Эйзенрейх Х. Быстрорастущие древесные породы / Пер. с нем. - М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1959. - 508 с. [25]. Ančák J. Biológia a uskladňovanie semín lesných drevín. - Bratislava: Slov. Akad. Vied, 1972. - 340 s. [26]. Benčat' F. Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania. - Bratislava: Slov. Akad. Vied, 1982. - Č.1. 456 s.; Č.2. 368 s. [27]. Emerson A.I., Clarence M.W. Our trees. How to know them? - New York: Garden city Publishing Co., 1946. - 295 p. [28]. Evans J. Silviculture of broadleaved woodland. - London: HMSO, 1984. - 232 p. [29]. Göhre K., Wagenknecht E. Die Roteiche und ihr Holz. - Berlin: Bauernverlag, 1955. - 300 S. [30]. Gordon A.G. Seed manual for forest trees. - London: HMSO, 1985. - 133 p. [31]. Harlow W.M., Harrar E.S. Textbook of dendrology. Covering the important forest trees of US and Canada. - 5 ed. - New York: Mc Graw Hill Book Comp., 1968. - 512 p. [32]. Holubčík M. Cudzokrajné dreviny v lesnom hospodárstve. - Bratislava: Slov. vyd. pôdohospod. lit., 1968. - 378 s. [33]. Mitchell A., Jobling J. Decorative trees for country, town and garden. - London: HMSO, 1984. - 146 p. [34]. Mitchell A. Trees of Britain and Northern Europe. - London: Harper Collins Publishers, 1994. - 420 p. [35]. Oak// The New Encyclopaedia Britannica.

- 1993. - Vol. 8. - P. 845. [36]. Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs Hardy in North America. - 2 ed. - New York: Macmillan Company, 1949. - 995 p. [37]. Sargent Ch.S. Natural of the trees of North America. - Boston; New York: Houghton Mifflin Company, 1933. - 910 p. [38]. Weymar H. Lernt Pflanzen Kennen. Leipzig: Neumann, 1971. - 546 s. [39]. Zaręba R. O potrzebie rozróżniania obydwu gatunków naszych dębów w gospodarce lesnej // Las polski. - 1962. - T. 36, № 8. S. 16-17.

Поступила 26 июня 1996 г.

УДК 631.524

П.М. МАЛАХОВЕЦ, В.А. ТИСОВА

Архангельский государственный технический университет



Малаховец Петр Михайлович родился в 1935 г., окончил в 1957 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур Архангельского государственного технического университета. Имеет более 70 печатных трудов в области исследования лесных культур и интродукции древесной растительности.



Тисова Валентина Александровна родилась в 1951 г., окончила в 1974 г. Архангельский лесотехнический институт, заведующая дендросадом Архангельского государственного технического университета. Имеет около 20 печатных трудов в области интродукции древесной растительности.

РОСТ И СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

На основе многолетнего изучения интродуцентов установлены особенности их роста и сезонного развития при интродукции в условиях Севера.

Based on long-term study of introduced plants the peculiarities of their growth and seasonal development have been determined for the North conditions.

Одним из показателей успешной интродукции является сохранение жизненной формы, присущей растениям на родине, и характера их роста в новых условиях. Однако вопросы, касающиеся поведения растений при интродукции на Севере, слабо изучены. Поэтому несомненный интерес представляет опыт выращивания инорайонных пород в дендросаду АГТУ.

По жизненной форме ведущее место в коллекции принадлежит кустарникам, составляющим 75 % от общего количества видов. На долю деревьев приходится лишь 25 %. Такое соотношение связано с биологическими особенностями растений. При резкой смене климата многие виды деревьев не смогли приспособиться к условиям на широте Архангельска и погибли после перезимовки, часть из них отпала через 2 ... 6 лет, а некоторые (каштан конский, орех маньчжурский и др.) спустя 34 ... 38 лет, в годы с экстремальными зимними температурами. В ходе акклиматизации большинство деревьев, произрастающих в дендросаду, сохранили характерную для них форму роста. Габитус и форма кроны изменились у туи западной, ивы белой, ольхи японской, клена остролистного Шведлера, черемухи пенсильванской и виргинской. Они приобрели форму многоштабмовых кустов.

При анализе роста растений важное значение имеют данные об их предельной высоте на родине и в других пунктах интродукции. К сожалению, в литературных источниках очень мало сведений о росте интродуцентов, а часто они и несравнимы.

Внешним фактором, лимитирующим рост и развитие инорайонных растений в условиях Севера, является температура воздуха. Из-за недостатка тепла деревья здесь не достигают свойственной им предельной высоты, которую они имеют в районах естественного произрастания и других местах интродукции (табл. 1).

В отличие от деревьев кустарники быстрее адаптируются на новом месте. Ряд видов (жимолости, боярышники, сирени и др.) успешно растут и достигают такой же высоты, как и в более благоприятных пунктах выращивания. Некоторые виды боярышников (вееровидный, Шредера, даурский) в Архангельске даже более высокие, чем в естественных условиях произрастания [2]. Нашими исследованиями установлено, что максимальной высоты большинство кустарников достигают в возрасте 15 ... 20 лет. Многие их виды на Севере растут хорошо, но медленнее, чем в других географических районах. Специфические природные условия Севера, в том числе Архангельска, — продолжительная и холодная зима, короткое прохладное лето, длинный весенне-летний световой день, избыточное количество осадков осенью — накладывают определенный отпечаток на развитие и динамику роста интродуцентов.

Изучение сезонного развития интродуцированных растений показало, что весной они пробуждаются неодновременно и значительно позднее, чем в других регионах. У большинства деревьев и кустарников почки набухают в первой половине мая незадолго до перехода температуры воздуха через $+ 5^{\circ}\text{C}$, а у более теплолюбивых пород — в разные сроки после перехода через $+ 5^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1

Вид растений	Высота на родине, м	Возраст, лет (числитель) и высота, м (знаменатель) в разных пунктах интродукции			
		Архангельск	Минск	Москва	С.-Петербург
Арония черноплодная	2,5	25 / 2,3	30 / 3,5	25 / 4,0	- / 1,6
Барбарис амурский	3,5	24 / 2,1	11 / 1,1	10 / 2,0	- / 3,6
Боярышник:					
вееровидный	4...6	36 / 7,0	42 / 6,1	12 / 2,5	- / 5,0
даурский	6,0	35 / 4,5	27 / 2,0	-	- / 4,0
кровоокрасный	4...8	17 / 3,7	30 / 4,5	10 / 3,0	- / 6,5
Ирга обильноцветущая	10,0	13 / 4,3	3 / 1,1	20 / 5,6	21 / 5,9
Калина Саржента	2...3	16 / 2,3	9 / 2,6	9 / 2,0	- / 5,7
Карагана древовидная	2...5	18 / 3,7	31 / 3,9	7 / 2,0	- / 9,5
Клен ясенелистный	15...25	17 / 8,0	20 / 10,0	30 / 12,0	- / 12,5
Липа кавказская	35,0	50 / 14,5	24 / 11,0	7 / 1,5	- / 8,5
Рябинник рябинолистный	3,0	18 / 2,4	27 / 2,2	13 / 2,0	- / 2,0
Сирень:					
венгерская	5,0	41 / 5,0	31 / 4,5	25 / 3,0	- / 7,4
мохнатая	4,0	25 / 5,0	28 / 5,8	13 / 3,0	- / 5,1
Черемуха Маака	15,0	48 / 13,0	45 / 19,0	12 / 10,0	- / 9,4
Ясень обыкновенный	25...35	48 / 12,9	41 / 17,0	20 / 7,0	- / 21,0

Ежегодный рост годичных побегов древесных пород связывает малый цикл их развития с большим, являясь необходимым элементом общего роста и развития особи. По нашим наблюдениям, начало роста побегов у интродуцентов определяется биологическими особенностями и суммой весенних эффективных температур. Например, побеги сиреней трогались в рост при сумме эффективных температур 133 ... 140 °С, лип – 104 ... 210 °С, разных видов боярышников – 38 ... 158 °С. Наибольшая разница в начале роста составила соответственно 24, 7 и 17 дн. Наблюдения за сезонным ростом побегов вязов, проведенные П.М. Малаховцом и Э.С. Трубиной [3], показали связь его со среднесуточной температурой + 10 °С. Продолжительность периода роста побегов у разных пород также далеко неодинакова и зависит не только от видовых особенностей растений, но и от метеорологических условий. По нашим наблюдениям, она составила у боярышников 24 ... 54, сиреней – 21 ... 42 и лип – 22 ... 43 дн. По данным П.М. Малаховца и Э.С. Трубиной [3], средняя за 3 года продолжительность роста побегов равнялась у вяза гладкого 31, шершавого 37 и приземистого 87 дн. Различия в течение одного сезона колеблются у боярышников в пределах 12 ... 25, сиреней – 11 ... 13 и лип 2 ... 5 дн., а для одного вида на протяжении 3 лет соответственно 5 ... 24, 9 ... 16 и 15 ... 20 дн. Сопоставление приростов побегов по пятидневкам в зависимости от суточной динамики температуры воздуха и суммы выпавших за этот период осадков позволило выявить положительную корреляцию между интенсивностью роста и температурой воздуха. При прохладной дождливой погоде длительность роста побегов возрастает и, наоборот, при теплой сухой сокращается. Периоды интенсивного роста побегов совпадают с повышениями температуры воздуха.

Однако после того, как прирост достигает максимума, наблюдается его снижение и влияние температурного фактора на динамику прироста сразу ослабевает. По сравнению с другими пунктами интродукции в условиях Архангельска рост побегов у деревьев и кустарников завершается в более короткие сроки.

При графическом изображении можно отметить двухвершинную кривую динамики прироста побегов боярышников и лип, многовершинную – сирени. Несмотря на различия погодных условий в течение трех вегетационных периодов, эти кривые не претерпели существенных отклонений.

Анализ результатов многолетних фенологических наблюдений показал, что в процессе перестройки ритма развития интродуцированных растений применительно к климатическому ритму Севера у них изменяются как сроки наступления, так и продолжительность фенологических фаз (табл. 2). У интродуцентов с ранними сроками начала и окончания вегетации цикл сезонного развития, как правило, соответствует климатическому ритму района исследований, проходит в более короткие сроки и завершается в период с температурой выше + 5 °С.

Таблица 2

Вид	Продолжительность периода, дн.				
	цветения	облиственного состояния	вегетации		
			Архангельск	Москва	Минск
Барбарис обыкновенный	14	118	126	182	192
Бересклет бородавчатый	16	113	130	162	143
Боярышник:					
алмаатинский	13	147	154	162	176
веероидный	16	116	126	162	183
даурский	11	115	124	162	170
зеленомясый	13	114	123	144	181
крово-красный	13	117	125	162	166
Русанова	15	111	121	149	150
черный	14	119	128	149	174
Гортензия Бретшнейдера	13	119	128	162	171
Дерен белый	14	132	140	177	182
Жимолость:					
золотистая	12	130	135	161	177
обыкновенная	14	128	132	174	159
татарская	17	125	133	165	174
Жестер слабительный	11	124	133	162	153
Калина обыкновенная	18	132	142	162	175
Карагана:					
желтая	17	115	123	149	120
кустарник	15	116	124	174	115
Кизильник:					
блестящий	–	125	135	174	191
цельнокрайний	–	121	132	162	188
черный	–	121	130	161	154

Продолжение табл. 1

Вид	Продолжительность периода, дн.				
	цветения	облиственного состояния	вегетации		
			Архангельск	Москва	Минск
Клен:					
бородатый	11	124	132	161	161
зеленкорый	10	120	129	—	152
остролистный	28	116	132	170	153
« Шведлера	-	117	127	-	161
полевой	-	118	128	157	162
татарский	24	117	126	169	154
ясенелистный	11	123	134	167	154
Крушина ломкая	13	116	125	177	171
Липа:					
кавказская	14	115	129	177	151
мелколистная	15	105	114	149	148
Ольха черная	21	116	126	162	182
Роза:					
коричная	26	128	137	162	161
морщинистая	19	109	115	177	152
сизая	-	117	125	162	149
Рябина:					
гибридная	-	119	135	162	162
обыкновенная	-	124	137	160	161
Сирень:					
венгерская	13	117	127	162	169
Звегинцова	10	125	136	162	167
обыкновенная	15	126	133	182	178
Слива колючая	-	118	128	152	142
Спирея:					
березолистная	29	128	134	182	149
иволистная	35	120	128	177	134
ниппонская	21	128	135	162	153
рябинолистная	23	128	136	162	161
японская	21	129	135	182	153
Черемуха:					
виргинская	10	120	129	174	168
Маака	12	116	125	162	138
обыкновенная	12	122	133	162	161
пенсильванская	15	125	134	174	149

Сроки вегетации растений, требующих высокой суммы температур, оказываются больше вегетационного периода, что неблагоприятно сказывается на их состоянии и росте.

В целом же период вегетации интродуцированных древесных растений в условиях Севера значительно короче, чем на их родине или в других географических районах [1, 4-6]. Однако при общем сокращении продолжительности всех фенологических фаз период цветения в условиях Архан-

гельска растянут и по длительности он не меньше, чем в более благоприятных климатических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бобореко Е.З. и др. Древесные растения Центрального ботанического сада АН БССР / Е.З. Бобореко, Н.Д. Нестерович, Е.И. Орленок и др. - Минск: Наука и техника, 1982. - 285 с. [2]. Малаховец П.М., Тисова В.А. Рост и развитие боярышников при интродукции в Архангельске // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Рациональное использование и восстановление лесных ресурсов: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТА. - Л., 1984. - С. 78-81. [3]. Малаховец П.М., Трубина Э.С. Интродукция дуба черешчатого и некоторых видов рода вяз в условиях Архангельска // Сезонное развитие природы Европейской части СССР. - М., 1977. - С. 9-11. [4]. Рябова Н.В. Жимолость. - М.: Наука, 1980. - 160 с. [5]. Щербацевич В.Д. Сезонный ритм развития растений рода *Acer* в Москве // Бюл. ГБС. - М.: Наука, 1977. - Вып. 105. - С. 27-32. [6]. Якушина Э.И. Древесные растения в озеленении Москвы. - М.: Наука, 1982. - 158 с.

Поступила 5 ноября 1996 г.

УДК 630*165

А. П. ЦАРЕВ

Петрозаводский государственный университет

Царев Анатолий Петрович родился в 1939 г., окончил в 1962 г. Воронежский лесотехнический институт, в 1984 г. Воронежский государственный университет, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесного хозяйства Петрозаводского государственного университета. Имеет более 140 печатных работ в области лесоводства, лесных культур, экологии, генетики, селекции и сортоиспытания лесных древесных пород.



ТЕКУЩИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В РОССИИ

Рассмотрены проблемы генетики и селекции лесных древесных пород в России в настоящее время. Показаны замедление и деградация исследований и практической деятельности в этой области. Предложен ряд мероприятий, которые можно было бы предпринять в зависимости от развития событий.

The problems of present forest tree genetics and breeding in Russia are dealt with. The research and practical activity slowdown and degradation in this area is shown. A number of measures is offered to undertake depending on the situation.

В селекции растений Н.И. Вавилов [2] выделял семь крупных разделов: 1) учение об исходном, сортовом, видовом и родовом потенциалах; 2) учение о наследственной изменчивости; 3) учение о роли среды в выявлении сортовых признаков и свойств; 4) теория гибридизации как в пределах близких форм, так и отдаленных видов; 5) теория селекционного процесса; 6) учение об основных направлениях в селекционной работе: селекция на иммунитет к заболеваниям, на физиологические свойства (холодостойкость, засухоустойчивость, фотопериодизм), на технические качества, на химический состав; 7) частная селекция отдельных растений. Применительно к лесным древесным породам особое значение имеют также методы селекции [3, 14 и др.], сохранение генетического фонда [10, 11] и некоторые другие специфические области исследования.

Изучением исходного материала для селекции занимались многие ученые. Как результат составлены монографические сводки по разным породам [5, 9, 12, 13, 16 и др.]. Однако в настоящее время, вероятно, необходимо не только знать общие закономерности изменчивости, но и составлять базы данных для конкретной селекционной работы. Однако из-за скудного финансирования новые исследования проводятся в очень ограниченном масштабе; теряется и то, что было создано трудом предшественников. Разрушаются оставленные без попечения коллекции форм, гибридов и сортов. Резко снизился темп их пополнения. Медленно разворачиваются работы по выделению и сохранению генетического фонда лесных древесных пород в естественных насаждениях.

Учение о наследственной изменчивости, пожалуй, самый неясный раздел лесной селекции. Это обусловлено и трудностями, связанными с длительностью онтогенеза изучаемых объектов, и недостатками планирования общего комплекса исследований, и ложно понимаемыми критериями их практической значимости. А без знания основных закономерностей наследования хозяйственно важных признаков нельзя рассчитывать на успех селекционных мероприятий.

Исследования роли среды в выявлении сортовых признаков и свойств, работы по созданию географических, экологических и испытательных культур крайне ограничены. Так, последние сортоиспытательные культуры и только быстрорастущих вегетативно размножаемых пород в государственном масштабе были заложены под эгидой Государственной комиссии по сортоиспытанию Министерства сельского хозяйства СССР, географические культуры государственного уровня – еще во времена так называемого застоя. О создании экологических культур пока только ведутся дискуссии, предпринята попытка разработки соответствующей программы (А.М. Шутяев), однако культур как таковых почти нет. Испытательных культур, по данным управления лесовосстановления и защитного лесоразве-

дения Рослесхоза, на 1.04.1996 г. заложено лишь 547,7 га. Это при том, что в испытаниях нуждаются 37 тыс. только плюсовых деревьев, не говоря о деревьях других селекционных категорий.

Отечественная теория гибридизации лесных древесных пород построена на нескольких постулатах, разработанных еще в первой половине текущего века (А.В. Альбенский, П.Л. Богданов, А.С. Яблоков и др.). Основные из них следующие: доменделевские представления о природе наследственности; гибридизация лесных древесных пород, ориентированная на получение гибридов первого поколения; большой эффект, гетерозиса от отдаленных скрещиваний; возможность управления наследственностью с помощью факторов внешней среды и др. Одни из этих положений могут быть использованы и в настоящее время, другие нуждаются в корректировке, третьи в коренном пересмотре. До изучения закономерностей наследования тех или иных признаков некоторые вопросы нельзя решить принципиально. Специально теорией гибридизации в стране мало кто занимается, а без решения ряда кардинальных вопросов синтетическая селекция обречена на трудоемкий, длительный и малоэффективный путь эмпиризма.

Если попытаться составить перечень достигнутого и сделанного в лесной селекции по шестому и седьмому направлениям, то получится весьма внушительный документ, в котором найдется место данным и о высокопродуктивных соснах, дубах, елях и других лесообразующих породах, и быстрорастущих формах, гибридах и сортах тополей, и таннидосодержащих ивах, и смолопродуктивных соснах, и породах с узорчатой древесиной, и зимостойких формах ореха грецкого и лещины, других высокоценных образцах исследований. Некоторые из этих результатов отражены в материалах научных собраний отечественных селекционеров [4, 6, 8, 15 и др.]. Однако в последнее время ввиду их невостребованности производством и резкого уменьшения финансирования долгосрочных и трудоемких исследований работы в данном направлении ведутся менее интенсивно, чем во времена А.С. Яблокова и М.М. Вересина. В то же время за рубежом существуют и активно работают крупные центры по селекции отдельных пород, проводятся международные форумы [21, 24 и др.]. Ставятся вопросы и предпринимаются реальные усилия по изучению и сохранению биоразнообразия лесных древесных пород для создания устойчивых лесов [19, 26, 27].

Даже это краткое рассмотрение положения дел показывает довольно удручающую картину свертывания селекционных исследований в России по всем направлениям, не говоря о генетических исследованиях, работах по генной инженерии, культуре клеток и клеточных тканей, генетике популяций и др., связанных с дорогостоящим оборудованием, импортными химикатами, материалами и специально подготовленными кадрами.

Насколько можно судить по последним решениям Рослесхоза, приоритетным направлением в настоящее время считается семеноводство. Но если в большинстве развитых лесных стран уже давно перешли на создание плантаций второго и более высокого порядков [20, 22, 23, 28], то у нас львиная доля усилий приходится на создание плантаций первого поколения.

Естественно, поскольку не ведутся работы по генетической оценке исходного материала и выведению новых сортов, то откуда могут появиться плантации более высоких порядков?

К сожалению, даже работы по созданию постоянной лесосеменной базы, необходимостью которых, кажется, прониклись уже все, развиваются очень медленно. Разработаны, и не по одному кругу, соответствующие документы, составлено множество проектов, инженеры-производители способны выполнять эти работы. И тем не менее налицо большое отставание от ближайших соседей (Финляндия, Швеция и др.). Так, по данным управления лесовосстановления и защитного лесоразведения Рослесхоза [17], плюсовых деревьев в России отобрано 37 тыс. шт., площадь лесосеменных плантаций только первого порядка 7534,7 га, о количестве испытательных культур было сказано выше. По некоторым данным [1], на этих 548 га испытывается потомство 6 тыс. плюсовых деревьев, т. е. 16 % аттестованных плюсовых деревьев, а потомство одного дерева испытывается на площади 0,09 га.

При покрытой лесом площади в России 655 млн га [7] в среднем одно плюсовое дерево приходится на 17 700 га. В Финляндии, где леса занимают 20,1 млн га [25], эта площадь составляет 803 га, а в Швеции с ее 24,4 млн га лесов и 31 800 плюсовых деревьев по сосне обыкновенной, ели и интродуцированной сосне скрученной – 767 га [20, 23, 25, 28].

У нас 1 га лесосеменных плантаций создан на 89 000 га, аттестованных в два раза меньше. Для Финляндии, где к 1976 г. создано 3300 га лесосеменных плантаций первого порядка [22], этот показатель составляет 6083 га. Таким образом, и в этой приоритетной области весьма далеко до благополучия, не говоря уже о соответствии мировому уровню.

Но и это еще не все беды нашей селекции. В странах, где есть лица и организации, заинтересованные в создании насаждений из селекционного или сортового материала, эти работы давно осуществляются по определенным программам селекции тех или иных древесных пород. Есть программы федеральные, региональные и локальные на одну породу или их совокупность, увязанные с программой лесовосстановления в целом или узкоцелевым плантационным лесоразведением, сугубо научные, производственные или комплексные, кратко- средне- или долгосрочные [18, 20, 23, 28]. У нас еще не вошло в обычай разрабатывать такие программы повсеместно и тем более их финансировать. Даже программы, разработанные по заказу Федеральной службы лесного хозяйства России (программа создания испытательных культур, интродукции, селекции быстрорастущих лесных древесных пород и др.), лежат невостребованными уже не один год.

Но хорошо уже то, что об этом заговорили в государственных органах управления. Так, в решении коллегии Рослесхоза в апреле 1996 г. [1] органам управления было поручено разработать региональные программы до 2000 года, дан ее типовый образец в качестве методической основы, правда, за счет собственных средств. Не хочется думать плохо о судьбе этих программ, но за 25 лет существования Института лесной генетики и селек-

ции автор помнит только один случай, когда крупный региональный руководитель производства обратился в институт с просьбой помочь в вопросах лесной селекции и подкрепил эту просьбу соответствующим финансированием. Во всех остальных случаях инициатором исследований выступал институт, соглашаясь выполнять нередко довольно солидный объем работ за минимальное вознаграждение исполнителей, а зачастую и без такового.

Оценивая состояние селекции и генетики лесных древесных пород в стране, можно видеть значительное отставание в этой области научной и производственной деятельности, хотя некоторые цифры прироста объектов постоянной лесосеменной базы, по данным Рослесхоза, выглядят неплохо. Например, прирост отобранных плюсовых деревьев за последнюю пятилетку составил 18, площади лесосеменных плантаций 20 % и т. д. Однако заготовка лесных семян на объектах лесосеменной базы и выращивание селекционно улучшенного материала остались на прежнем уровне или даже снизились. Чтобы выйти на уровень передовых лесных стран, необходимы крупные финансовые средства, на получение которых в настоящее время не приходится рассчитывать.

Можно предположить три сценария развития событий: 1) дальнейшая деградация и развал; 2) стагнация и консерватизм; 3) прогрессивное развитие научных исследований и их освоение производством. В условиях рыночных отношений в качестве критерия для определения вида сценария можно было бы рассматривать соотношение уровня инфляции (по независимым экспертным оценкам) и размера заработной платы, выдаваемой на руки научному персоналу (а не мифические миллионы общего финансирования, львиная доля которых уходит на налоги и накладные расходы). Если темп роста инфляции превышает темп роста зарплаты и других затрат на исследования, можно считать, что налицо деградация и развал лесной генетики и селекции. Если эти показатели совпадают, идет процесс стагнации. Если, наконец, прирост средств на развитие превышает рост уровня инфляции, можно говорить о прогрессивном развитии науки и производства в данной области.

Несомненно, весьма неприятно рассматривать первые два сценария, но они довольно вероятны. Ясно, что в этом случае вряд ли возможен прогресс в лесной селекции, лесовосстановлении и лесном хозяйстве в целом. С учетом изложенного наивно ожидать оптимального развития лесной селекции и генетики в ближайшем будущем. Поэтому следует подумать о тех действиях, которые необходимо предпринять при развитии событий по тому или иному сценарию. При этом целесообразно сделать это на разных уровнях: Федеральной службы, региональных органов, научно-исследовательских организаций, отдельных исследователей.

Предположим, что дальнейший ход событий в лесной генетике и селекции – деградация и развал. В этих условиях необходимо хотя бы извлечь из уже созданного максимум информации и сохранить ее до лучших времен. Исследователи должны воспользоваться всеми доступными им средствами архивации и обнародования полученных результатов. Это могут быть пуб-

ликации, депонирование, создание компьютерных персональных баз данных, наконец, личных архивов, которыми впоследствии могут воспользоваться доверенные лица.

Отдельной проблемой может стать сохранение долговременных натурных опытных объектов, созданных лично или по инициативе и под руководством того или иного исследователя. С одной стороны, хотелось бы сохранить их от разрушения для последующих поколений, с другой – должно соблюдаться право на интеллектуальную собственность, если мы действительно стремимся к рыночным отношениям. Поэтому каждый исследователь, автор объекта, оформивший на него паспорт и сдавший на хранение в какую-либо организацию, кроме общего положения, защищающего его права, должен получить и документ от организации, что документы и объекты приняты на хранение и не будут использоваться без согласия и разрешения автора или его научных наследников.

Кроме того, если и в дальнейшем тенденция развития будет столь неблагоприятна, возникает вопрос, так ли уж хороша государственная монополия на лесовладение, в частности для сохранения ценного генофонда лесных древесных пород и повышения продуктивности лесов.

Если события станут развиваться по второму сценарию, т. е. свертывание научных исследований прекратится, то, кроме перечисленных мероприятий, какую-то часть средств необходимо будет использовать на развитие не только семеноводства, но и наиболее перспективных направлений селекционных исследований. К таким можно отнести генетическую оценку уже выделенного селекционного материала основных лесообразующих пород, подъем частной селекции отдельных пород на сортовой уровень, микроразмножение трудночерекующихся хозяйственно ценных пород, сохранение ценного природного и отселектированного генетического фонда основных лесообразующих и пригодных для создания целевых плантаций древесных пород и некоторые другие направления, без развития которых стопорится общее развитие селекции, а семеноводство догоняет вчерашний день.

В этом случае следует обратить особое внимание на освоение существующих зарубежных и отечественных и разработку новых методов исследований, а также более полную подготовку молодых специалистов. Необходимо выпустить новые учебники и методические пособия по лесной генетике и селекции, отражающие современный уровень мировой науки. Кроме этого, надо провести натурное обследование имеющихся коллекций, выполнить необходимые замеры и наблюдения, разработать планы по их восстановлению, дополнению и закладке новых. При этих условиях имело бы смысл приступить к разработке реальных программ селекции и планов внедрения их в производство.

При развитии событий по наиболее благоприятному третьему сценарию можно подумать и о более глубокой проработке теоретических и экспериментальных исследований, требующих дорогостоящего оборудования, материалов, а также создании крупных систем полевых опытов, включаю-

ших решение многоцелевых задач. Возникнет потребность и в привлечении специалистов с уникальной или многопрофильной подготовкой. Поскольку в настоящее время и в обозримом будущем этот путь представляется довольно утопическим, вряд ли целесообразно останавливаться на нем более подробно.

Автор сожалеет, что его выводы внушают мало оптимизма для развития лесной генетики и селекции. Но будем надеяться на лучший исход.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Борисов О. В трудные времена не забывать про семена // Лесн. газ. - 1996. - 20 апр. - С. 1. [2]. Вавилов Н.И. Селекция как наука// Избр. произв. в 2-х т. Т. 1. - Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1967. - С. 328-342. [3]. Вересин М.М., Машкин С.И. Задачи, направления и методы лесной селекции, пути их реализации// Разработка основ систем селекции древесных пород. - Рига, 1981. - С. 42-46. [4]. Генетика и селекция – на службе лесу: Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Воронеж, 28-29 июня 1996 г.). - Воронеж: НИИЛГиС, 1996.- 200 с. [5]. Ирошников А.И. Полиморфизм популяций кедра сибирского// Изменчивость древесных растений Сибири. - Красноярск, 1974. - С. 77-103. [6]. Лесная генетика, селекция и физиология древесных растений: Матер. Междунар. симпозиума (Воронеж, 25-30 сентября 1989 г.).- М.: ЦНИИЛГиС, 1989. - 272 с. [7]. Лесной фонд России: Справочник (по учету на 1 января 1993 г.). - М.: ВНИИЦлесресурс, 1995.- 280 с. [8]. Материалы I съезда Вавиловского общества генетиков и селекционеров (ВОГиС). Саратов, 20-25 декабря 1994 г.// Генетика. - 1994. - Т. 30, приложение.- С. 1 - 190. [9]. Махнев А.К. Внутривидовая изменчивость и популяционная структура берез секции *Albae* и *Nanae*. - М.: Наука, 1987. - 129 с. [10]. Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР / С.А. Мамаев, А.И. Ирошников, А.К. Махнев, Л.Ф. Семериков.- М.: Госкомлес СССР, 1982. - 22 с. [11]. Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах России/ А.И.Ирошников, С.А.Мамаев, А.К.Махнев. Препринт. - М.: Рослесхоз, 1996. - 32 с. [12]. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. - М.: Наука, 1969. - 189 с. [13]. Правдин Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. - М.: Наука, 1975. - 178 с. [14]. Пятницкий С.С. Практикум по лесной селекции. - М.: Сельхозиздат, 1961.- 271 с. [15]. Развитие генетики и селекции в лесохозяйственном производстве: Тез. докл. Всесоюз. науч.-технич. совещания (Воронеж, 22-23 сентября 1988 г.).- М., 1988. - 221 с. [16]. Семериков Л. Ф. Популяционная структура древесных растений.- М.: Наука, 1986. - 141 с. [17]. Шубин В.А. Воспроизводство лесов – одна из важнейших задач отрасли// Лесн. хоз-во.- 1995. - № 3. - С. 2-4. [18]. Danell O. Breeding programmes in Sweden. 1. General approach // Breeding programmes in Sweden. Arbetsrapport № 302, Skog Forsk, Uppsala, 1995. - P. 1-4. [19]. Dudley N., Jeanrenaud J.-P., Markham A. Conservation in Boreal Forests under Conditions of Climate Change // *Silva Fennica*. - 1996. - Vol. 30 (2-3). Special issue on Climate Change, Biodiversity and Boreal Forest Ecosystems. - P. 379-383. [20]. Ericsson Tore. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) breeding in Sweden – results and prospects based on early evaluations. Dissertation Swedish University of Agricultural Sciences. - Umea, 1994. - 64 p. [21]. International Poplar Symposium. University of Washington, Seattle, WA, USA (August 20 - 25, 1995). - 133 p. [22]. Jouni Mikola. Forest tree breeding in Finland // Paperi ja puu - Paper and Timber. - 1992. - Vol. 74, № 2. - P. 83-88. [23]. Karlsson B., Rosvall O.

Norway spruce // Breeding Programmes in Sweden. Arbetsrapport № 203, Scog Forsk, Uppsala, 1995. - P. 16-21. [24]. Larch genetics and breeding. Research findings and ecological-silvicultural demands / IUFRO working Party S2.02-07 (July 31 - August 4, 1995. Remningstorp and Siljansfors, Sweden) / Edited by Owe Martinsson. - Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Reports. - 1995. - N 39. - 210 p. [25]. Metsätalastollinen vuosikirja 1993 - 94 (Yearbook of Forest Statistics). The Finnish Forest Research Institute. 1994. Agriculture and Forestry. - 1994:7. - 348 p. [26]. Parviainen J. Tasks of Forest Biodiversity Management and Monitoring Deriving from International Agreements // Silva Fennica. - 1996. - Vol. 30 (2-3). Special issue on Climate Change, Biodiversity and Boreal Forest Ecosystems. - P. 373-377. [27]. Toman M.A., Ashton P.M.S. Sustainable Forest Ecosystems and Management: A review Article // Forest Science. - 1996. - Vol. 42, № 3. - P. 366-377. [28]. Wilhelmsson L., Andersson B. Breeding of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Lodgepole pine (*Pinus contorta* ssp. *latifolia*) // Breeding Programmes in Sweden. Arbetsrapport № 302, Scog Forsk, Uppsala, 1995. - P. 5-15.

Поступила 27 декабря 1996 г.

УДК 630*232.311.1

Е.Н. НАКВАСИНА, Т.В. БЕДРИЦКАЯ

Поморский государственный университет



Наквасина Елена Николаевна родилась в 1952 г., окончила в 1975 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой ботаники и общей экологии Поморского государственного университета. Имеет около 90 печатных работ в области лесных культур и лесного семеноводства.



Бедрицкая Татьяна Васильевна родилась в 1963 г., окончила в 1985 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники и общей экологии Поморского государственного университета. Имеет около 20 печатных работ по изучению географической изменчивости хвойных пород и созданию лесосеменных плантаций северных экотипов сосны в более южных климатических условиях.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА ДЕРЕВЬЕВ НА СЕМЕНОШЕНИЕ У ПОТОМСТВА СЕВЕРНЫХ ПРОИСХОЖДЕНИЙ НА РАННИХ ЭТАПАХ РЕПРОДУКЦИИ

Рассмотрены особенности семеношения различных по интенсивности роста деревьев у сосны северных экотипов в географических культурах средней подзоны тайги. Наиболее обильное и частое семеношение наблюдается у деревьев, вступающих в репродукцию первыми и отличающихся по высоте не менее чем на одно стандартное отклонение от средней высоты культур в раннем возрасте.

The peculiarities of seed production of trees characterized by different growth intensity of northern pine ecotypes in the geographical cultures of the middle taiga subzone are considered. The most heavy and frequent seed production is observed for trees being the first to be reproduced and distinguished by the height of not less than one standard deviation from the average height of cultures in the early age.

Потомство северной сосны, выращиваемое в более благоприятных условиях, сохраняет наследственно обусловленный рост. В генеративную фазу они вступают раньше, чем у себя на родине. Это особенно ценно при изучении начальных этапов формирования генеративной сферы в период смыкания культур в рядах и между ними.

В аутохтонных насаждениях и на плантациях первыми вступают в репродукцию и обильно плодоносят наиболее быстрорастущие (быстроразвивающиеся) деревья и клоны [2 – 4]. На этой особенности основан ранний отбор семенных деревьев. Сохраняется ли она при изменении климатических условий? Как семяноят деревья разных категорий роста у потомства северной сосны под влиянием более благоприятных условий? Ответ на эти вопросы позволил бы дать предложения по отбору семяносящих особей на семенных плантациях северных экотипов сосны.

Методика и объекты. Полиморфизм деревьев, участвующих в семеношении в первые годы репродукции, изучали в четырех потомствах сосны из Мурманской, Архангельской областей и Республики Карелии в 8–17-летних географических культурах средней подзоны тайги (Архангельская область, Плесецкий лесхоз). Различия в сумме эффективных температур (более 5 °C) в пунктах заготовки семян и месте испытания составляют 600, 300 и 500 °C соответственно. На модельных деревьях (не менее 130 шт. в каждом варианте) ежегодно проводили учет шишек, макро- и микростробилов.

Результаты исследований по семеношению и пылению были ретроспективно соотнесены с высотой 14-летних деревьев. Это позволило проследить динамику развития генеративной сферы у отдельных деревьев, имеющих изначально различную интенсивность роста в возрасте предполагаемого отбора по косвенным признакам, в частности высоте.

Обсуждение результатов. В 12-летних культурах сосны северного происхождения изменчивость деревьев по высоте средняя (26...31 %), хотя в абсолютном выражении самые высокие и низкие деревья различаются в 7–13 раз. Изменчивость по росту семеносящей части молодняков ниже (18 ... 23 %), что говорит о сужении диапазона высот у сосен, образующих стробилы в первые три года репродукции. Высота деревьев, вступивших в семеношение первыми, существенно (на 1 %-м уровне значимости) выше, чем у сосен из несеменосящей части потомства.

Высота сосны 14-летнего возраста по группам периодичности семеношения за первые 10 лет в различных климатипах

Категория деревьев	Высота сосны, м			С, %
	минимальная	максимальная	средняя	
Мурманская область, Мончегорский лесхоз				
Все деревья	0,40	3,60	2,17 ± 0,05	29,79
В том числе с частотой семеношения, лет:				
> 6	1,71	3,30*	2,53 ± 0,07	17,07
4 ... 5	0,90	3,10	2,21 ± 0,10	21,43
1 ... 3	1,07	3,60	2,17 ± 0,09	29,20
0	0,40	2,60*	1,55 ± 0,12	40,10
То же, Кандалакшский лесхоз				
Все деревья	0,60	3,90	2,50 ± 0,05	27,55
В том числе с частотой семеношения, лет:				
> 6	2,00	3,80*	3,08 ± 0,13	16,62
4 ... 5	1,96	3,70*	2,97 ± 0,08	14,80
1 ... 3	0,90	3,90	2,38 ± 0,08	25,49
0	0,60	3,65*	2,15 ± 0,10	32,48
Республика Карелия, Чупинский лесхоз				
Все деревья	1,15	4,00	2,71 ± 0,05	25,10
В том числе с частотой семеношения, лет:				
> 6	3,00	3,40*	3,18 ± 0,12	6,49
4 ... 5	2,55	3,40*	3,05 ± 0,10	9,00
1 ... 3	1,18	4,00	2,75 ± 0,10	26,59
0	1,15	4,00	2,65 ± 0,07	25,64
Архангельская область, Пинежский лесхоз				
Все деревья	0,95	3,90	2,59 ± 0,05	24,65
В том числе с частотой семеношения, лет:				
> 6	2,50	3,15	2,85 ± 0,15	11,02
4 ... 5	2,40	3,80*	2,99 ± 0,15	16,27
1 ... 3	1,45	3,80	2,69 ± 0,08	21,25
0	0,95	3,90	2,45 ± 0,07	27,62

* Различия относительно средней высоты климатипа достоверны на 5 %-м уровне значимости.

Группа несеменосивших особей была немногочисленна и отличалась слабой дифференциацией высот (коэффициент изменчивости 9 ... 10 %). Среди деревьев, семеносивших в первые три года репродукции с перерывами, изменчивость по высоте была значительно выше (16 ... 23 %). Различия в абсолютных значениях высот этих групп деревьев были незначительны, однако низкие особи из числа вступивших в репродукцию образовывали стробилы реже.

В первое десятилетие репродуктивного цикла наибольшая изменчивость высот (25 ... 40 %) сохраняется у деревьев, входящих в группу несеменосивших или имеющих редкое (1–3 раза за 9 лет) семеношение. Средние и минимальные высоты деревьев разных по периодичности семеношения групп закономерно уменьшаются по мере снижения повторяемости (частоты) образования макростробилов (см. таблицу). Те деревья, которые в первом десятилетии не образовывали макростробилов, в 14-летнем возрасте имели наименьшую высоту. Эта закономерность характерна для всех изученных климатипов северного происхождения, независимо от абсолютных значений высот в вариантах.

В культурах крайне северного происхождения, из Субарктики, имеющих наиболее стабильное семеношение, средняя высота семеносивших деревьев (по группам периодичности) выше или близка к средней в климатипе.

В климатипах с меньшей интенсивностью «цветения» (из Карелии, Архангельской области) высоты деревьев по группам семеношения различаются незначительно. В одновозрастном местном климатипе с редким нестабильным семеношением связь периодичности последнего с высотой деревьев не проявляется.

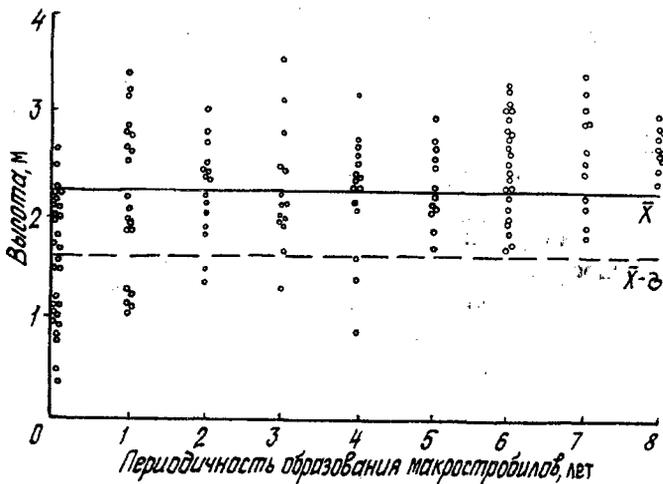


Рис. 1. Связь повторяемости образования макростробилов с высотой 14-летней сосны мурманского происхождения. Отмечены линии средней высоты культур (\bar{X}) и стандартного отклонения ($\bar{X} - \delta$)

Распределение отдельных особей в климатипах северного происхождения в зависимости от высоты деревьев в начале репродуктивной фазы и периодичности их семеношения в последующие годы показало, что деревья, имеющие склонность к более частому образованию женских стробилов (по крайней мере 5 лет и более за 9-летний период), как правило, имели в 14-летнем возрасте высоту не ниже $\bar{X} - \delta$ (рис. 1).

Ретроспективный анализ подтвердил, что все эти деревья входят в группу особей, семеновивших в первые 3 года после начала репродукции. В климатипах из Субарктики их доля составляет 30,0 ... 31,5, в северотаежных климатипах из Архангельской области и Карелии 9,0 ... 11,5 %. Более того, высоты деревьев, семеновивших ежегодно или с одной репродуктивной паузой, были близки или выше средней для климатипа.

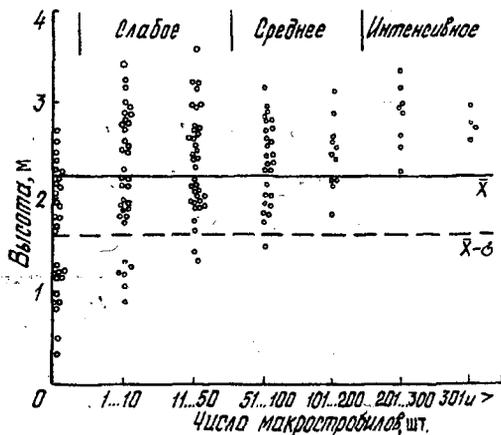
В целом в климатипах из Субарктики, родина которых удалена от места испытания на 5-6 °с.ш., наблюдается достаточно тесная связь между повторяемостью семеношения отдельных особей в первые 9 лет репродуктивного цикла и их высотой в 14-летнем возрасте (коэффициент корреляции 0,482 при $t = 7 \dots 8$). Для климатипов из Карелии и Архангельской области, слабее реагирующих на улучшение условий прирастания, этот показатель составляет 0,192 ... 0,250 при $t = 2,6 \dots 3,1$. Однако, согласно С.А. Мамаеву [1], даже такой слабой связью нельзя пренебрегать, так как для лесных деревьев характерна высокая степень дифференциации микросреды и большая генетическая гетерогенность. В данном случае эти факторы накладываются друг на друга. При усилении семеношения с возрастом до уровня, характерного для потомств субарктических популяций, вполне возможно повышение тесноты связей, прежде всего за счет количества семеносящих деревьев.

Обилие макростробилов на отдельных деревьях в климатипах сосны разного географического происхождения также связано с высотой в 14-летнем возрасте, хотя эта связь и менее тесная, чем с повторяемостью семеношения. В культурах I класса возраста достоверная связь наблюдалась только для климатипов из Субарктики (коэффициент корреляции 0,369 ... 0,402 при $t = 5,5 \dots 5,7$). Для потомств из Карелии и Архангельской области, отличающихся в этом возрасте более низким уровнем образования стробилов, коэффициент корреляции составляет всего 0,143 ... 0,167 при $t = 1,7 \dots 2,3$. Хотя связь недостоверна, но, по нашему мнению, она может усиливаться на более поздних этапах репродукции.

Распределение деревьев в климатипах по обилию семеношения в первое десятилетие репродуктивного цикла аналогично связи периодичности образования стробилов с высотой потомства в 14-летнем возрасте (рис. 2). Наиболее характерна картина в потомстве самых северных климатипов, отличающихся большей представленностью семеносящих деревьев в годы наблюдений.

Деревья, не образующие стробилов или образующие их единично (до 10 шт. на одно дерево суммарно за 9 лет), имеют наибольшую изменчивость по высоте. В эту группу попадают и самые мелкие деревья (до 0,5 м в

Рис. 2. Связь обилия образования макростробилов различной интенсивности (суммарно за 9 лет) с высотой 14-летней сосны мурманского происхождения. Обозначения те же



14-летнем возрасте), и самые крупные. Высота деревьев слабого и среднего обилия образования макростробилов (10 ... 200 шт.) была близка к средней высоте климатипа, по крайней мере не ниже ее более чем на одно стандартное отклонение ($\bar{X} - \delta$).

Деревья с обильным образованием макростробилов (более 200 шт. на одно дерево суммарно за период наблюдений) в 14-летнем возрасте имели высоты равные или выше средней. В северных климатипах их доля в 17-летнем возрасте достигала 10 %.

Таким образом, в первые годы вступления в репродукцию потомств северных экотипов сосны наблюдается хорошо заметная связь семеношения с высотой деревьев, отражающаяся на периодичности и обилии образования макро- и микростробилов. Теснота связи зависит от различий в условиях формирования генотипа сосны и его реализации. Это связано с реакцией особей на изменение климатических условий. Наиболее стабильным и ранним семеношением и пылением отличаются сосны, по высоте превосходящие среднее значение для деревьев климатипа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Мамаев С.А. Основные признаки методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений: Сб. статей. - Свердловск, 1975. - С. 3-14.
 [2]. Парамонов Е.Г. Семеношение деревьев сосны различных категорий по росту и развитию // Лесн. журн. - 1971. - № 4. - С. 127-128. - (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Попов В.Я., Тучин П.В., Файзулин Д.Х. Селекционные приемы повышения урожайности на плантациях и постоянных участках сосны обыкновенной// Антропогенное влияние на европейские таежные леса России. - Архангельск: АИЛиЛХ, 1994. - С.123-137. [4]. Stiel W. A. Consistency of cone production in individual red pine // Forest Chronical. - 1988. - Vol. 64, N 6. - P. 480-484.

Поступила 25 мая 1998 г.

УДК 630*165.3

Е.Н. САМОШКИН, Е.Н. ИСАЕВА

Брянская государственная инженерно-технологическая академия



Самошкин Егор Никитич родился в 1934 г., окончил в 1960 г. Всесоюзный заочный лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой дендрологии и лесной селекции Брянской государственной инженерно-технологической академии, академик РАЕН. Имеет более 100 научных работ по генетике и селекции древесных растений.



Исаева Елена Николаевна родилась в 1971 г., окончила в 1993 г. Брянский педагогический институт, соискатель Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет 3 печатные работы.

КАЛИНА ОБЫКНОВЕННАЯ: СВЯЗЬ МИТОТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ АНАФАЗЫ, ОСОБЕННОСТИ МИКРОСПОРОГЕНЕЗА

Показано, что усиление митотической активности связано с уменьшением продолжительности анафазы. Установлены особенности микроспорогенеза.

It has been shown that strengthening of mitotic activity is connected with the reduction of anaphase duration. The peculiarities of microsporose are specified.

Калина широко известна как растение, обладающее высокими пищевыми и декоративными свойствами. Кроме того, настои и отвары коры и плодов применяются как кровоостанавливающее и противовоспалительное средство.

Исследование ее ростовых процессов, тесно связанное с митотической активностью клеток [1], проведено в Брянском округе зоны широколиственных лесов. Митотическую активность и длительность анафаз клеток корней калины учитывали с 12 июня по 12 августа 1997 г., т. е. в середине вегетационного периода. Готовили временные давленные цитологические образцы из корневых окончаний [3]. Каждый день исследовали около

20 корневых окончаний, которые брали с одного растения. Образцы просматривали под микроскопом МБИ-6, окуляр 7^x или 10^x, иммерсионный объектив 40^x.

На препаратах учитывали число клеток общее, в митозе и в стадии анафазы. Митотический индекс определяли как соотношение числа клеток в митозе и общего в препарате, анафазный индекс как соотношение числа клеток в стадиях анафазы и митоза. Полученные материалы проанализированы статистически [2]

Для исследования микроспорогенеза использовали бутоны, которые брали с растений в первой и второй декадах мая. Из бутонов, зафиксированных в уксусном спирте (1:3), извлекали пыльники и готовили временные давленные препараты.

Результаты показывают (табл. 1), что самая высокая митотическая активность наблюдалась со 2 по 23 июля, самая низкая – в начале наблюдения, т. е. с 12 по 22 июня, а также 12 августа.

Самая короткая продолжительность анафазы отмечена в период активного деления клеток (со 2 июля по 2 августа), самая длительная – с 12 по 22 июня и 12 августа, когда митотическая активность ослаблена.

Таблица 1

**Изменчивость митотической активности
и продолжительности анафазы митоза**

Дата взятия образца	Число образцов	Митотический индекс $M \pm m$, %	Анафазный индекс $M \pm m$, %
12.06	8	12,3 ± 0,67	9,1 ± 0,81
22.06	20	19,6 ± 0,50	8,6 ± 0,41
2.07	20	29,2 ± 0,71	3,3 ± 0,21
13.07	20	32,8 ± 0,64	2,9 ± 0,18
23.07	20	32,9 ± 0,65	3,9 ± 0,28
2.08	20	21,3 ± 0,56	4,5 ± 0,25
12.08	9	10,4 ± 0,51	11,3 ± 0,94

Таблица 2

**Изменчивость митотической активности
и продолжительности анафазы митоза в течение суток**

Время суток, ч.	Число образцов	Митотический индекс $M \pm m$, %	Анафазный индекс $M \pm m$, %
0	17	16,1 ± 0,61	7,9 ± 0,80
3	18	11,7 ± 0,24	19,2 ± 0,71
6	13	11,0 ± 0,50	9,1 ± 1,24
9	11	11,9 ± 0,32	15,3 ± 0,92
12	17	13,4 ± 0,49	11,4 ± 0,66
15	19	11,7 ± 0,33	15,2 ± 0,67
18	20	10,3 ± 0,37	18,4 ± 0,69
21	20	12,2 ± 0,42	18,4 ± 0,60

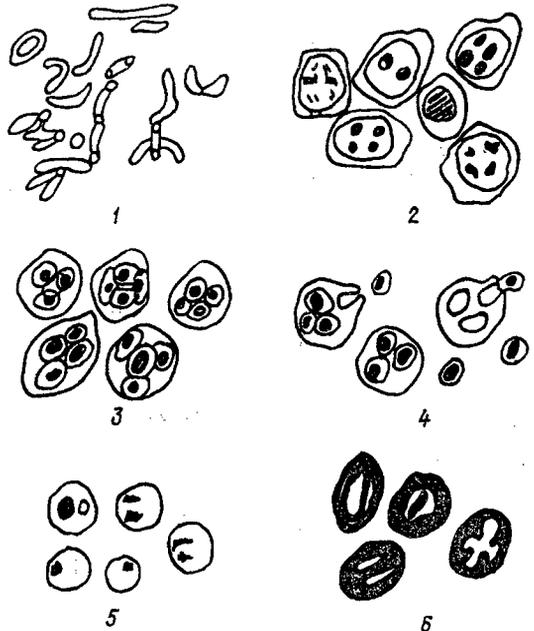
Установлена тесная отрицательная связь ($r = -0,93$) между митотической активностью клеток и продолжительностью анафазы.

Исследовали также суточную митотическую активность клеток и продолжительность анафазы. Анализ результатов свидетельствует (табл. 2), что наивысшая митотическая активность наблюдается в 0 ч, с 3 до 9 ч она практически не изменяется, хотя примерно на 5 % ниже, некоторый всплеск фиксируется в 12 ч, затем снова ослабевает. Наибольшая продолжительность анафазы отмечена в 3 ч, несколько меньше она в 18 и 21 ч; еще меньше в 9, 15, 12, 6 ч. Минимальная продолжительность анафазы в 0 ч, хотя в это время митотическая активность самая высокая. Установлена существенная отрицательная связь ($r = -0,60$) между митотической активностью клеток и продолжительностью анафазы в течение суток.

Таким образом, митотическая активность клеток и продолжительность анафазы варьируют в течение всего периода наблюдения и в течение суток, причем усиление митотической активности клеток тесно связано с уменьшением продолжительности анафазы, а возможно, и других фаз митоза.

Мейоз микроспороцитов наблюдали с конца первой до конца второй декады мая. Анализ микроспорогенеза показал (см. рисунок), что в период с 14 по 16 мая идет интенсивное образование тетрад. Можно сделать вывод о симультанном (одновременном) типе их образования, так как четыре клетки возникают после завершения двух делений мейоза. В результате анализа анафазы II установлено, что фигуры делящихся клеток перпендикулярны друг другу. Поэтому для калины обыкновенной характерен тетраэдрический

Диплоидный набор, микроспорогенез и зрелая пыльца: 1 – диплоидный набор – $2n = 18$ хромосом; 2 – мейоз в микроспороцитах, клетки находятся в фазах: телофаза I, метафаза II, анафаза II, телофаза II; 3 – образование оболочек вокруг ядер микроспор по одновременному типу (образование тетрад); 4 – выход микроспор из тетрад; 5 – пыльцевые зерна: митоз гаплоидного ядра, завершающийся образованием двух гаплоидных клеток (вегетативная и генеративная); 6 – зрелые пыльцевые зерна



тип расположения тетрад. В период с 16 по 19 мая наблюдали массовый выход микроспор из тетрад и начало формирования пыльцевых зерен.

Для микроспорогенеза калины характерен цитомиксис (тонкие цитоплазматические тяжи, связывающие отдельные микроспороциты, без обмена между ними ядерным веществом), а также асинхронность (в пределах одного куста и соцветия одновременно присутствуют микроспороциты на стадиях профазы I, анафазы II и тетрады микроспор). По нашим наблюдениям, интервал между временем, когда микроспоры еще собраны в тетрады, и первым митозом составляет три дня. Пыльцевые зерна полностью сформировались в большинстве пыльников к 21 мая.

Следовательно, к особенностям микроспорогенеза можно отнести цитомиксис, асинхронность, симультанный тип образования тетрад и тетраэдрический тип их расположения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Иванов В. Б. Клеточные основы роста растений. - М.: Наука, 1974. - 222 с. [2]. Лакин Г. Ф. Биометрия. - М.: Высш. шк., 1990. - 349 с. [3]. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. - М.: Колос, 1970. - 254 с.

Поступила 2 июня 1999 г.

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ЭКОЛОГИЯ ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ»

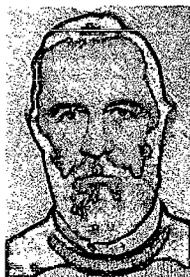
УДК [504.064.36:574]:630*425:630*453

В.И. КРУТОВ, В.В. ДЬЯКОНОВ

Институт леса Карельского НЦ РАН



Крутов Виталий Иванович родился в 1938 г., окончил в 1960 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, директор, заведующий лабораторией лесной микологии и энтомологии Института леса Карельского НЦ РАН, заслуженный лесовод РФ и РК. Имеет около 170 печатных работ в области лесной фитопатологии и защиты леса, лесопатологического мониторинга.



Дьяконов Вячеслав Васильевич родился в 1949 г., окончил в 1971 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории лесоведения и лесоводства Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет около 60 печатных работ по лесоводственным и экологическим аспектам рубок, экологии и мониторингу лесных экосистем.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ КАРЕЛИИ

Проведено комплексное изучение влияния промышленных эмиссий на лесные экосистемы. Программой работ предусматривались регулярные наблюдения за рядом биотических и антропогенных факторов, обуславливающих состояние лесов.

A complex study of industrial emissions influence on forest ecosystems has been carried out. The work program comprised regular observations over a number of biotic and anthropogenic factors providing influence on the state of forests.

Леса занимают более 50 % территории Республики Карелии и являются одним из основных ее природных богатств, что определяет их ведущую роль в экономике республики. Кроме функций источника древесного сырья, они выполняют важные климаторегулирующую, средообразующую и средозащитную функции на Северо-Западе России. В лесном фонде преобладают ценные хвойные породы: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ели европейская (*Picea abies*) и сибирская (*P. obovata*), которыми занято 88,9 % лесопокрытой площади, в том числе сосной – 63,8 % [4]. На оставшейся части произрастают лиственные породы: березы повислая (*Betula pendula*) и пушистая (*B. pubescens*), осина (*Populus tremula*). В северной и средней Карелии насаждения в основном сосновые, лиственные составляют всего 3 ... 5 %. К югу покрытая лесом площадь примерно поровну распределяется между сосняками и ельниками. Доля лиственных пород увеличивается в среднем до 20 %. Наибольшую площадь (47,7 %) занимают леса III группы, являющиеся основным источником получения древесины [5].

Бореальные леса европейской части России, в том числе Карелии, испытывают всевозрастающие антропогенные нагрузки в результате интенсивного хозяйственного освоения и влияния трансграничных и локальных переносов промышленных эмиссий. Республика Карелия, как и большая часть северного региона России, относится к зоне низкого метеорологического потенциала загрязнения атмосферы [12]. Однако на территории республики выделяются районы с повышенной техногенной нагрузкой на окружающую среду. Это крупные промышленные центры, где сосредоточены основные промышленные предприятия целлюлозно-бумажного и металлургического производств (см. таблицу). Основные компоненты выбросов этих предприятий: диоксид серы (SO_2), пылевые выбросы, содержащие тяжелые металлы, а также оксид углерода (CO) и оксиды азота (NO_2). Из всех газопылевых выбросов наиболее опасен для лесной растительности диоксид серы, фитотоксичность которого возрастает в присутствии оксидов азота и фтористого водорода.

Институт леса Карельского НЦ РАН с 1987 г. ведет комплексное изучение влияния промышленных эмиссий на лесные экосистемы республики. Организованы локальные сети наблюдений за состоянием лесов на

**Выбросы загрязняющих веществ
в основных промышленных центрах Карелии в 1996 г. [4]**

Город	Состав выбросов в атмосферу, тыс.т					Всего
	Твердые вещества	SO_2	CO	NO_2	Прочие вещества	
Костомукша	6,356	47,417	0,518	1,187	0,255	55,733
Кондопога	3,700	18,663	1,810	1,579	0,353	26,105
Петрозаводск	1,989	19,361	2,638	1,601	0,259	25,848
Сегежа	7,335	7,687	4,187	0,477	1,267	20,953
Итого	19,380	93,128	9,153	4,844	2,134	128,639

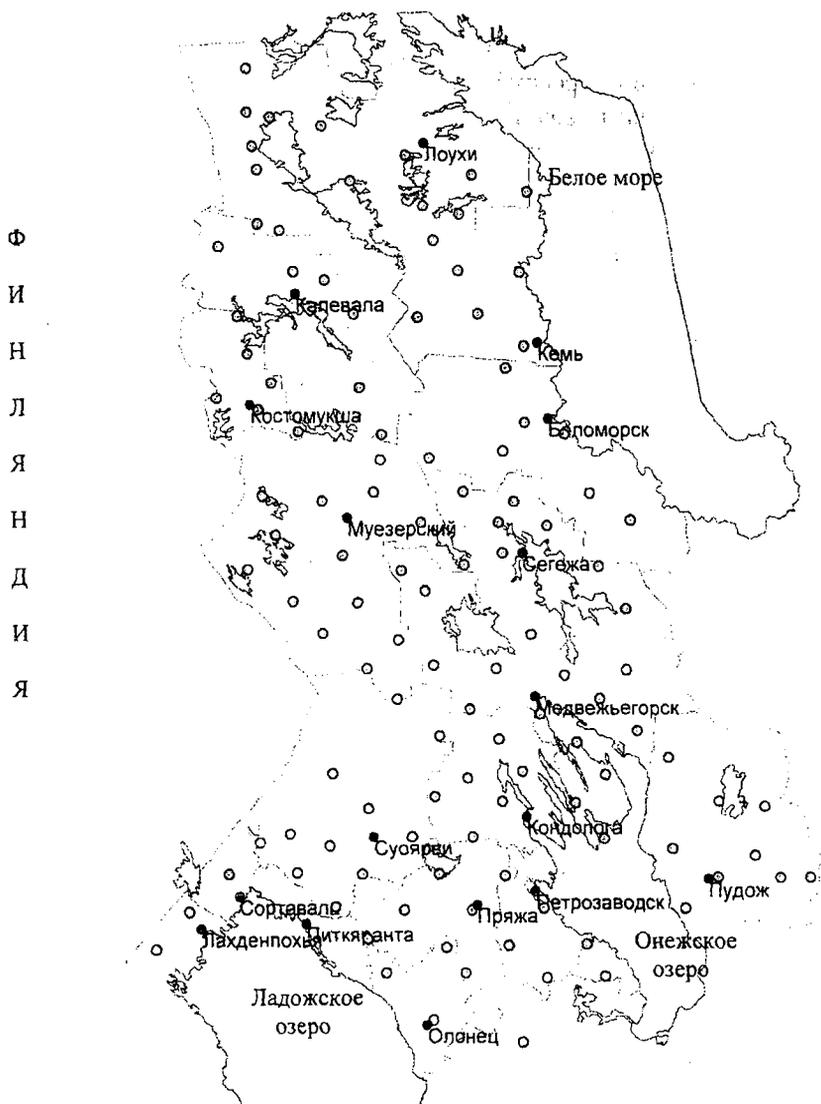


Рис. 1. Схема расположения пробных площадей биоиндикаторной сети

охраняемых природных территориях: заповедник «Костомукшский» и национальный парк «Паанаярви» (северная подзона тайги), заповедник «Кивач» и музей-заповедник «Кижы» (средняя подзона тайги), а также вокруг крупных промышленных центров (Петрозаводск, Костомукша, Кондопога). Заложена серия пробных площадей вдоль западной границы Карелии через 50 ... 70 км в местах, исключаящих локальное загрязнение (фоновый мониторинг), и по биоиндикационной сети, охватывающей всю территорию республики (плотность – одна пробная площадь на 1000 км²), с функциями фонового, локального, лесопатологического, рекреационного и лесохозяйственного мониторингов (рис. 1).

При выборе объектов предпочтение отдавали приспевающим соснякам зеленомошной группы как наиболее перспективным для долгосрочных наблюдений. Программа работ предусматривает регулярные наблюдения за комплексом биотических и антропогенных факторов, обуславливающих состояние лесных экосистем: На пробных площадях, по мере возможности, с разной интенсивностью ведутся лесоводственные, почвенные, физиолого-биохимические, фитопатологические, энтомологические и лишенологические исследования по общеевропейским [15] и согласующимся с ними отечественным методиками [8, 9, 11 и др.]. На изучаемых объектах составляли таксационную характеристику, определяли состояние деревьев по степени дефолиации и дехромации крон, повреждению энтомовредителями и фитопатогенными грибами, отбирали образцы растений и подстилки для последующего химического анализа. Степень аэротехногенного воздействия находили по содержанию тяжелых металлов и серы в растениях-индикаторах (*Pleurozium Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Hypogymnia physodes*, *Cladonia silvatica*) и лесной подстилке. Всего заложено около 200 пробных площадей, обследовано более 5 тыс. деревьев, отобрано и проанализировано свыше 5000 образцов мхов, лишайников и лесной подстилки.

Объективные трудности не позволили выполнить в полном объеме весь комплекс запланированных исследований. Однако результаты первичных наблюдений на объектах биоиндикационной сети и повторные обследования на охраняемых территориях и объектах локального мониторинга свидетельствуют о вполне удовлетворительном фитосанитарном состоянии лесов в целом. В последние годы не зарегистрировано постоянно действующих очагов массового распространения грибных болезней и вредных насекомых на объектах мониторинга, хотя вспышки периодически наблюдаются в отдельных районах республики. Сильное повреждение сосновых древостоев рыжим сосновым пилильщиком (*Neodiprion sertifer*) имело место в 1992 г. на общей площади 120 га в некоторых районах средней и южной Карелии [3].

Состояние древостоев на охраняемых территориях в условиях фонового загрязнения атмосферы определяется главным образом деятельностью энтомовредителей и фитопатогенных грибов, что, в свою очередь, зависит от возрастной и видовой структуры древесных ценозов, степени рекреационных нагрузок и сочетания погодно-климатических условий в разные годы. Так, в заповеднике «Кивач» вследствие определенных метеоусловий ряда лет (1991–1993 гг.) наблюдалось массовое размножение рыжего соснового пилильщика. В результате его жизнедеятельности потеря хвои в некоторых древостоях достигала 25, у отдельных деревьев 60 %. В спелых лесах заповедника «Костомукшский», с наличием довольно большого числа ослабленных деревьев первого поколения, кроны сосен периодически повреждались большим сосновым лубоедом (*Tomicus piniperda*), что привело к потере хвои у отдельных деревьев до 40 %, изредка отмечались случаи повреждения крон рыжим пилильщиком. В охранной зоне музея-заповедника «Кижский», из-за мелкоконтурности выделов хвойных и преобладания в лесопокрывной

площади лиственных пород, распространение вредителей сосны ограничено, в то же время складываются благоприятные условия для размножения вредителей лиственных пород. Кроны сосны здесь практически не повреждены, кроны некоторых лиственных пород (рябина, черемуха) в отдельные годы сильно страдают от черемуховой горностаевой моли (*Argyresthia conjugella*). В национальном парке «Паанаярви» древостой сосны в незначительной мере повреждаются большим сосновым лубоедом (дефолиация менее 10 %). Еловые же древостои периодически поражаются ржавчиной хвои (возбудитель *Chrysomyxa ledi*). В текущем году вспышка этой болезни зарегистрирована в северных районах Карелии. Вспышки развития названных вредителей и болезней наблюдаются в отдельных районах республики как вблизи, так и на значительном удалении от промышленных центров. Это обстоятельство, наряду с другими факторами (возраст деревьев, условия местопроизрастания, класс развития деревьев, форма кроны и т. д. [10]), необходимо учитывать при оценке влияния промышленных выбросов на лесные экосистемы по дефолиации крон.

Из комплекса факторов, способных вызвать ухудшение состояния лесов, довольно трудно выделить непосредственное последствие загрязнения атмосферы поллютантами, тем не менее в зонах влияния крупных источников эмиссий именно этот фактор является решающим, а энтомовредители и грибные болезни лишь усиливают его отрицательное воздействие. Северные леса слабо адаптируются к условиям перманентного загрязнения и быстро деградируют. Это характерно для древостоев промышленных зон Мурманской области [2, 14]. В Карелии похожая ситуация может сложиться в районе деятельности Костомукшского железорудного горнообогатительного (АО «Карельский окатыш»), Сегежского и Кондопожского целлюлозно-бумажных комбинатов, Надвоицкого алюминиевого завода.

Изучение влияния выбросов Костомукшского ГОКа на лесные системы региона было начато в 1987 г., спустя пять лет после пуска комбината, с организацией локального экологического мониторинга. В 1992 г. в рамках международного сотрудничества с Финляндией локальная сеть была расширена за счет пробных площадей, заложенных по градиенту Костомукша–Кайнуу (приграничный район Финляндии) в юго-западном и западном направлениях. Древостои на пробных площадях представлены чистыми сосняками воронично-брусничных и воронично-черничных типов леса, IV-V классов возраста, III-IV бонитетов [6].

В результате ранее проведенных исследований [7] по степени загрязнения окружающей среды вокруг ГОКа были выделены три зоны: импактная (до 6 ... 8 км), где происходит комплексное загрязнение пылевыми выбросами и тяжелыми металлами на фоне серных выпадений; пояс воздействия преимущественно газовых и аэрозольных ингредиентов (SO_2 , NO_x) – до 40 ... 50 км; зона загрязнения преимущественно аэрозолями – далее 50 км.

Пробные площади, на которых проводились исследования, удалены от комбината на 0,5 ... 27,0 км, т. е. находятся как за, так и в пределах им-

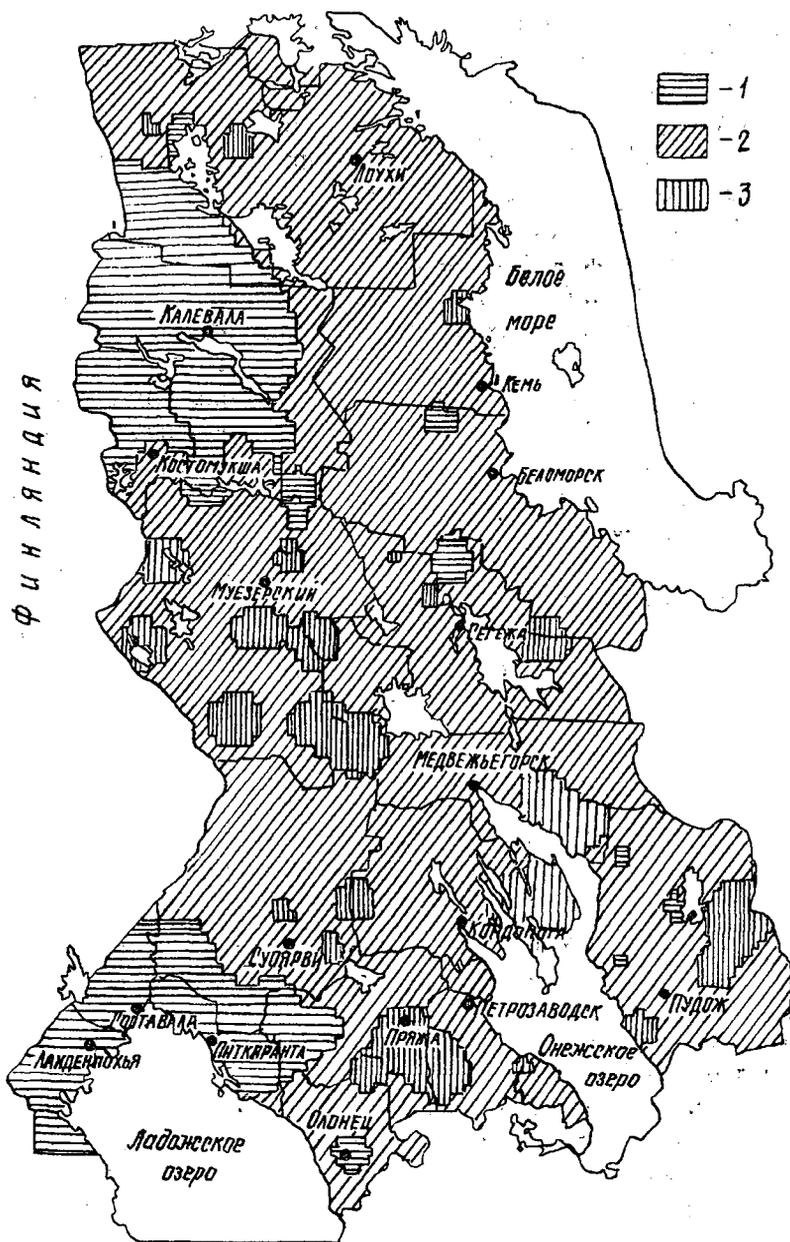


Рис. 2. Карта-схема дефолиации лесов Карелии (программа составления карт разработана П. Ю. Литинским): 1 – дефолиация древостоя 20...60 %; 2 – 10...20 %; 3 – до 10 %

пактной зоны. Тем не менее характеристики древостоев по состоянию крон в этих зонах довольно схожи. Заметная поврежденность крон отмечена не только в импактной зоне, но и на значительном удалении от нее (рис. 2). Потеря хвои в сосняках составляет 12 ... 28 % при дефолиации у отдельных деревьев до 40 %. Аналогичны показатели изменения цвета хвои. Дехро-

мация в среднем по пробным площадям составляет 2 ... 25, у отдельных деревьев до 70 %. При графической обработке данных (программа Surfer) прослеживается область высокой дефолиации с эпицентром в районе комбината, распространяющаяся по направлению преобладающих ветров. Однако аналогичные значения дефолиации характерны для древостоев всего Калевальского района, на территории которого располагается данное предприятие. Это дает повод говорить о негативном влиянии ГОКа. На данном этапе исследований не выявлены достоверные различия в степени изреживания крон деревьев и фитосанитарном состоянии фитоценозов в целом и в насаждениях, расположенных на разном удалении от источника эмиссии. Коэффициент корреляции для дефолиации составляет 0,234, для дехромации 0,410. Индексы состояния древостоев на пробных площадях в заповеднике «Костомукшский» и в зоне действия Костомукшского ГОКа близки: 1,5 ... 2,5 с учетом и 1,1 ... 1,7 без учета старого сухостоя. Согласно существующей классификации [1], древостои со значениями индексов состояния 1,0 ... 1,5 считаются здоровыми, 1,6 ... 2,5 – ослабленными.

Общий отпад, вне зависимости от возраста древостоя, колеблется в широких пределах (от 5 до 26 %). Однако основной его составляющей является старый с отваливающейся или отвалившейся корой, отработанный насекомыми сухостой, накопленный за ряд лет, так как санитарные рубки здесь не проводились. Свежий сухостой представлен единичными деревьями на отдельных пробных площадях, а текущий ежегодный отпад за последние пять лет на этих объектах составлял около 1 %.

Фитопатогенные грибы не оказывают заметного влияния на жизнедеятельность лесных экосистем этого региона. Одна из самых распространенных здесь болезней сосновых древостоев – рак-серянка (возбудители *Endocronartium pini* и *Cronartium flaccidum*). Встречаемость ее, независимо от возраста сосняков и удаленности от источника загрязнения, колеблется от 1 до 10 %, в том числе с летальным исходом у 1 ... 6 % обследованных деревьев. Последнее – результат сильного развития рака-серянки в средней части ствола. Менее представлены другие болезни: ядровая стволовая гниль (возбудитель *Phellinus pini*) – 1 ... 4, язвенный рак (*Biatorrella difformis*) – 1 ... 4 и корневая гниль от опенка (*Armillariella mellea*) – 1 ... 6 %. Первые две болезни чаще встречаются на деревьях высших классов роста по Крафту. Для корневой гнили от опенка характерна обратная тенденция: этот патоген заселяет отставшие в росте, ослабленные деревья, вызывая их гибель. Вместе с тем, как уже сообщалось выше, в сосновых древостоях региона периодически отмечалось изреживание крон деревьев насекомыми: большим сосновым лубоедом и рыжим сосновым пилильщиком.

Одним из методов первичной диагностики воздействия аэротехногенных выбросов на лесные экосистемы является определение содержания тяжелых металлов и серы в растениях-индикаторах. В этом аспекте состояние лесов пока удовлетворительное. В настоящее время явное влияние на лесные фитоценозы в пределах импактной зоны может оказывать только сера: в радиусе 5 км от комбината ее содержание (1600 мг/кг) в зеленых

мхах превышает пороговые значения для жизнедеятельности хвой (1000 мг/кг). На границах импактной зоны ее содержание снижается до 1200 мг/кг, соответствуя концентрации SO_2 в воздухе 0,5 ... 0,8 мг/м³, что также опасно для ассимиляционного аппарата хвойных пород. По мере приближения к ГОКу значительно увеличивается содержание железа во мхах – от 300 до 5700 мг/кг абс. сухой массы. В импактной зоне прослеживается повышенное, по сравнению с фоном, содержание никеля и кадмия и не превышающее фоновых значений региона – других металлов. Между содержанием тяжелых металлов в биоиндикаторах и дефолиацией крон деревьев значимой связи не обнаружено.

Сравнительный анализ хода роста сосняков по градиенту Костомукша–Кайнуу, выполненный финскими исследователями, не выявил отрицательного влияния выбросов Костомукшского ГОКа [13]. Это, видимо, объясняется сравнительно непродолжительным (с 1982 г.) периодом работы комбината. К тому же общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в последние годы сокращается, что связано с продолжающимся спадом производства, а также с вводом в эксплуатацию новых газоочистных систем.

Состояние древесных ценозов на объектах биоиндикационной сети и по градиенту в фоновых районах вполне удовлетворительное. Дефолиация крон варьирует от 0 до 43 %. Фоновая дефолиация – средний процент потери хвой – равна 15,6 %. Наиболее благополучны в этом отношении леса средней Карелии, где показатель дефолиации не превышает 15 %. Естественной нормой потери хвой в спелых и перестойных сосняках принято считать 15 ... 20 %. Наибольшая изреженность крон (до 40 %) наблюдается на юго-западе (район Приладожья) и северо-западе Карелии к северу и северо-западу от Костомукши (рис. 2). Границы территорий с повышенной дефолиацией частично совпадают с границами повышенного содержания серы в зеленых мхах исследуемых насаждений. В первом случае это вряд ли является результатом локального загрязнения атмосферы местными, с небольшим объемом производства, предприятиями: Питкярантским целлюлозным и Вяртсильским металлургическим заводами. Здесь возможно большее воздействие оказывает трансграничный перенос поллютантов из промышленных районов Ленинградской области и Финляндии. Во втором случае не исключены перенос поллютантов из Кольского промышленного региона и локальное загрязнение выбросами Костомукшского горнообогатительного комбината. Кроме того, сосновые древостои в этом районе периодически повреждаются большим сосновым лубоедом, а еловые страдают от ржавчины хвой ели.

Повышенная дехромация хвой, при естественной норме до 5 %, наблюдается на севере республики. Механизм и последствия этого явления пока до конца не выяснены. Пожелтение хвой однолетних побегов может быть вызвано повреждением последних насекомыми. Не исключено влияние экзгалатов, переносимых из Кольского региона. Области повышенной дефолиации и дехромации на севере Карелии частично совпадают.

Проведенные исследования позволяют сделать некоторые предварительные выводы.

1. Фитосанитарное состояние лесов Республики Карелия пока вполне удовлетворительное, в последние годы не зарегистрированы случаи усыхания древостоев в результате массового размножения вредных насекомых и развития грибных болезней.

2. Леса республики в настоящее время не испытывают явного негативного влияния фонового загрязнения атмосферы.

3. Прямое воздействие локальных техногенных загрязнений на древостой достоверно не выявлено.

4. Ухудшение санитарного состояния лесов связано, как правило, с увеличением в отдельные годы численности энтомовредителей (рыжий сосновый пилильщик, большой сосновый лубоед и др.) и развитием некоторых грибных болезней (ржавчина хвой ели, рак-серянка, стволовые и корневые гнили). Это может происходить вследствие ослабления древостоев локальным загрязнением или трансграничным переносом вредных веществ, проведением рубок с нарушением санитарных правил и технологий, интенсивного побочного и рекреационного лесопользования, определенного сочетания климатических, геοциκлических и других факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. - 1989. - № 4. - С. 51-57. [2]. Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова / Под ред. Б.Н. Норина, В.Т. Ярмишко. - СПб., 1990. - 195 с. [3]. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 1992 году. - Петрозаводск, 1993. - 64 с. [4]. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 1996 году. - Петрозаводск, 1997. - 176 с. [5]. Козлов А. Ф. Лесные ресурсы // Проблемы рационального природопользования и развития производительных сил Республики Карелия. - Петрозаводск, 1994. - С. 10-19. [6]. Крутов В.И. и др. Экологический мониторинг лесов Карелии / В.И. Крутов, Н.Г. Федорец, В.В. Дьяконов и др. // Инженерная экология. - 1998. - № 5. - С. 19-29. [7]. Лазарева И.П. и др. Влияние антропогенного загрязнения на состояние сосновых лесов северной Карелии / И.П. Лазарева, А.А. Кучко, А.В. Кравченко и др. - Петрозаводск, 1992. - 51 с. [8]. Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов СССР. - Пушкино, 1987. - 45 с. [9]. Мониторинг состояния лесов Европейского Севера: Методич. рекомендации / Сост. В.Ф. Цветков, Е.А. Лесиньски, К.Э. Армолайтис, Т.А. Пархимович. - Архангельск, 1995. - 35 с. [10]. Озолинчюс Р., Стакенас В. Факторы, определяющие дефолиацию кроны, и возможности стандартизации дефолиации // Мониторинг леса: методология и перспектива: Сб. статей. - Каунас: Гирионис, 1997. - С. 67-70. [11]. Организация лесопатологического мониторинга в заповедниках: Методич. рекомендации / Е.Г. Мозолевская, Т.В. Галасьева, Э.С. Соколова и др. - Пушкино, 1990. - 28 с. [12]. Состояние окружающей среды северо-западного и северного регионов России. - СПб., 1995. - 370 с. [13]. Состояние сосняков в районах Карельского перешейка - юго-восточной Финляндии и Костомукши - Кайнуу / Под ред. И. Лумме, В. Архипова, Н. Федорец, Э. Мялкенен: Бюл. НИИ леса Финляндии 665. 1997. Научный центр

Вантаа, 1998. - 75 с. [14]. Цветков В.Ф. Состояние лесов, подверженных воздействию промышленных эмиссий, в Мурманской области и проблемы их сохранения // Экологические исследования в лесах Европейского Севера. - Архангельск, 1991. - С. 125-136. [15]. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analyzis of the effects of air pollution on forest. 1986. (Revised 1989). United National Environment Programme and Economic Comission for Europe. - 97 S.

Поступила 8 марта 1999 г.

УДК 630*187(470.34):51

А.В. АЛЕКСЕЕВ, П.В. АЛЕКСЕЕВ

Марийский государственный технический университет
Академический НИИ РАЕН

Алексеев Александр Владимирович родился в 1970 г., окончил Марийский политехнический институт, преподаватель кафедры ботаники и дендрологии Марийского государственного технического университета. Имеет 6 печатных работ.



Алексеев Павел Владимирович родился в 1918 г., окончил Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Марийского государственного технического университета, заслуженный лесовод Марий Эл, старший научный сотрудник НИС МарГТУ, заведующий лабораторией организации и ведения лесного хозяйства Среднего Поволжья в Академическом НИИ РАЕН. Имеет более 50 печатных работ.



ЛАНДШАФТНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПРИВЕТЛУЖЬЯ И ЕГО БИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Предложено лесорастительное и ландшафтно-морфологическое районирование Приветлужья. Подведен итог, сделан анализ биометрических исследований пирогенных березняков. Выделение ландшафтов и ландшафтных местностей обосновано лесорастительным эффектом.

The forest-growing and landscape-morphological zoning of Vetluga region is suggested. The results have been summarized, biometric efforts of pyrogenic birch stands have been analyzed. Selection of landscapes and landscape areas is based on the forest-growing effect.

Современный уровень лесоведения предусматривает организацию и ведение лесного хозяйства на ландшафтно-типологической основе [9]; однако лесорастительного районирования недостаточно. Необходимо установить ландшафты и их морфологическую структуру (ландшафтные местности, урочища и фации), а для типов леса, в пределах географических ландшафтов, выявить закономерности лесообразовательных процессов и с учетом их проектировать лесохозяйственные мероприятия.

Предметом наших исследований являются пирогенные березняки. Обладая однородностью и общим генетическим развитием, они позволяют выявить лесорастительный эффект в разных ландшафтах. Наши исследования охватывают Среднее Поволжье. Наиболее хорошо изучен район Среднего Приветлужья и низовья р. Унжи.

Приветлужье входит в подзону хвойно-широколиственных лесов. В 1973 г. С.Ф. Курнаевым [7] она разделена на две подзоны смешанных лесов: северную с липой без дуба и южную с липой и дубом. Это согласуется с выделением С.Д. Аверкиевым липовых раменей в Нижегородской области. В северной подзоне выделен Ветлужско-Приуральский округ от бассейна р. Ветлуги до подножья Урала. Он пересекает две геоморфологические провинции: восточную часть низменного Заволжья и Вятско-Камскую возвышенность. Большая протяженность округа и провинциальная неоднородность обуславливают необходимость разделения его на более однородные районы в провинциально-подзональных параметрах [1].

При районировании мы учитывали фундаментальные исследования по геоботаническому и лесорастительному районированию. Но широтно-зональные и провинциально-климатические изменения в природе происходят медленно, и их границы имеют размытый характер. Ландшафтные же различия контрастны, и их границы более отчетливы. Поэтому при районировании Среднего Поволжья были приняты границы ландшафтов по ландшафтной карте СССР [8]. В неоднородном низменном Заволжье выделяются два крупных ландшафта с аккумулятивно-морскими отложениями и моренно-эрозионный, а также зандровый и древнеаллювиальный. По геологической истории, возрасту и почвообразующим периодам они очень различаются. Их границы и морфологическую структуру мы уточняли по физико-географическому районированию Среднего Поволжья [10].

Исследуемый нами район находится в северной подзоне смешанных лесов с липой без дуба [7]. На западе его граница устанавливается по административной границе Нижегородской области, но на северо-западе заходит в Костромскую область за р. Унжу. Восточная граница района проведена с учетом постепенного перехода Скандинавско-Русской провинции в климатическую провинцию восточной части Русской Равнины. В связи с плавно-

стью изменения климата граница климатических провинций перемещена на восток за песчаное левобережье р. Ветлуги с расчетом, чтобы район малопродуктивных ландшафтов находился целиком в Скандинавско-Русской провинции. Это согласуется с региональным районированием Поволжского Леспроекта и геологическими исследованиями Б.Ф. Землякова [5].

Объекты и методика. В Среднем Приветлужье нами проведен полувековой мониторинг биометрических исследований пирогенных березняков, занявших обширные пространства после больших пожаров в сильные засухи. Экспериментальный материал по району исследований представлен пробными площадями, заложенными на ход роста в разные годы совместно с лесоустройством. На пробах через 5 ... 10 лет проводили повторную перечислительную таксацию древостоя с рубкой модельных деревьев березы в первом ярусе и ели во втором. За период наблюдений 15 ... 40 лет некоторые пробы удалось повторно исследовать 5 раз и более. Поэтому мониторингом нами выявлено 160 возрастных состояний роста и развития двухъярусных пирогенных березняков. Это позволяет составить таблицы хода роста на ландшафтно-типологической основе и уточнить границы лесорастительного района.

Основой для уточнения района контурами ландшафтов служат ландшафтные карты [8] и физико-географические исследования [10]. Выделение по ним ландшафтов и ландшафтных местностей проверяли по различию лесорастительного эффекта как в плакорных условиях, так и на склонах. Различие продуктивности березняков устанавливали не только в процентах, но и расчетом показателя существенности различия (t):

$$t = (V_1 - V_2) / \sqrt{m_1^2 + m_2^2},$$

где V_1, V_2 – запасы березняков, м³/га;

m_1, m_2 – средние квадратичные ошибки.

Запасы стволовой древесины березняков устанавливали способом прямой объемов Копецкого по 15 модельным деревьям в начале и конце мониторинга исследования. В промежуточные периоды число моделей березы сокращалось до 5 ... 7. Точность определения запасов на пробе со сплошной рубкой колебалась в пределах 2 ... 3%. Для объективности сопоставления запасов (табл. 1, 2) и расчетов существенности их различия принята ошибка 3%.

Биометрическими исследованиями выявлены существенные различия аналогов типов насаждений пирогенных березняков не только по запасам, но и по сумме площадей сечений и средним высотам. Объем статьи не позволяет их показать. Различия в средних высотах обусловили различия в классах бонитета и изменение их с возрастом. Для выявления этого снижения классы рассчитаны до десятых долей. Большее снижение класса бонитета было выявлено В.М. Грачевым и для ельников липовых на севере Горьковской области [4].

Таблица 1

**Сопоставление лесорастительного эффекта пирогенных березняков
в крупных ландшафтах Приветлужья с отложениями:
1 – аккумулятивно-морскими, 2 – моренно-эрозионными**

№ ландшафта	Аналоги типов насаждений, их продуктивность в ландшафтах и критерии различия	Запас стволовой древесины, м ³ /га, по ярусам		
		1	2	Итого
Березняки плакорных условий				
1	Кленово-липовый (D ₂), Iб – Ia классы бонитета в возрасте, лет:			
	50	360 ± 10	3 ± 1	363 ± 10
	70	477 ± 14	47 ± 1	524 ± 15
2	Липняковый (C ₂), Ia, 2 – I,1 классы бонитета в возрасте лет:			
	50	288 ± 8	13 ± 1	301 ± 9
	70	402 ± 12	63 ± 2	465 ± 12
	Различия, %, в возрасте, лет:			
	50	+ 25	- 77	+ 21
	70	+ 19	- 25	+ 13
	Существенность различия в возрасте, лет:			
	50	5,6	7,1	4,6
	70	4,1	7,1	3,1
Березняки на пологих склонах				
1	Широкотравно-кисличный (CD ₂₋₃), Ia – I классы бонитета в возрасте, лет:			
	50	314 ± 9	18 ± 1	332 ± 9
	70	429 ± 12	55 ± 2	484 ± 12
2	Кисличный (C ₂₋₃), I,8 – I,3 классы бонитета в возрасте, лет			
	50	270 ± 8	7 ± 1	277 ± 8
	70	384 ± 9	64 ± 2	448 ± 12
	Различия, %, в возрасте, лет:			
	50	+ 16	+ 50	+ 20
	70	+ 12	- 16	+ 8
	Существенность различия в возрасте, лет:			
	50	3,7	4,7	4,6
	70	3,0	3,2	2,1
Березняки на нижней части склонов				
1	Черничный (CD ₃), I,7 – I,2 классы бонитета в возрасте, лет:			
	50	290 ± 8	9 ± 1	299 ± 9
	70	386 ± 11	23 ± 1	409 ± 12

Продолжение табл. 1

№ ландшафта	Аналоги типов насаждений, их продуктивность в ландшафтах и критерии различия	Запас стволовой древесины, м ³ /га, по ярусам		
		1	2	Итого
2	Черничный (СВ ₃), I,6 – I,1 классы бонитета в возрасте, лет:			
	50	256 ± 8	12 ± 1	268 ± 8
	70	274 ± 8	86 ± 2	360 ± 10
	Различия, %, в возрасте, лет:			
	50	+ 13	- 25	+ 12
	70	+ 41	- 73	+ 14
	Существенность различия в возрасте, лет:			
	50	3,7	4,7	4,6
70	6,6	2,8	3,1	

Таблица 2

Сопоставление лесорастительного эффекта пирогенных березняков в двух ландшафтных местностях: Верхнекерженской водораздельной моренной (1), правобережной Унженско-Ветлужской моренно-долинно-зандровой (2) и Узоло-Среднекерженском зандровом ландшафте (3)

№ местности	Аналоги типов насаждений, класс бонитета и критерии различия их продуктивности в первом ярусе	Запас стволовой древесины, м ³ /га, по возрастам спелости		
		Количественная	Техническая	Естественная
Березняки плакорных условий				
1	Кислично-липняковый (С ₂), I,5 класс бонитета	250 ± 8	318 ± 9	338 ± 10
2	Липняковый (С ₂), Ia, 2 – I, 1 классы бонитета	288 ± 9	402 ± 12	428 ± 12
	Различия, %	+ 15	+ 26	+ 27
	Существенность различия	3,1	5,6	5,8
Березняки на пологих склонах				
3	Кисличный (С ₂₋₃), I,3 класс бонитета	272 ± 9	385 ± 12	399 ± 12
2	Кисличный (С ₂₋₃), I,8 – I,3 классы бонитета	270 ± 9	384 ± 12	418 ± 12
	Различия, %	- 0,7	- 0,3	+ 4,8
	Существенность различия	0,2	0,1	1,7
Березняки на нижней части склонов				
1	Черничный (СВ ₃), I,1 – II,4 классы бонитета	193 ± 6	247 ± 8	310 ± 9
2	Кислично-черничный (СВ ₂₋₃), I,6 – I,1 классы бонитета	256 ± 7	274 ± 9	337 ± 10
	Различия, %	+ 33	+ 11	+ 9
	Существенность различия	6,8	2,3	2,0

Уточнение лесорастительных районов Приветлужья на ландшафтной основе осуществляли в два этапа:

1) разделение на два больших ландшафта и два района. Это подтверждается существенным различием запасов аналогов типов березовых насаждений в возрасте количественной (50 лет) и технической (70 лет) спелости (см. табл. 1);

2) разделение ландшафтов в лесорастительном районе на более низкие морфологические единицы. Так, в Нижнеунженско-Средневетлужском моренно-зандровом и долинном районе выделяются две ландшафтные местности и два мелких ландшафта. В этих решениях мы основывались на методике ландшафтно-морфологического картирования лесов Д. М. Киреева и В.С. Сергеевой [6].

Сопоставление запасов стволовой древесины пирогенных березняков убедительно свидетельствует о существенном снижении лесорастительного эффекта в моренно-эрозионном ландшафте по сравнению с ландшафтом аккумулятивно-морских отложений Заветлужья. Это доказано для березняков как в плакорных условиях, так и на пологих склонах и нижних их частях. Несомненно, критерии различия лесорастительного эффекта более существенны и стабильны в плакорных условиях (см. табл. 1).

Более детально нами изучен моренно-эрозионный ландшафт. Он является основным в Нижнеунженско-Средневетлужском моренно-зандрово-долинном районе, который простирается в границах подзоны от Волги и Унжи до Ветлуги, включая лесной фонд их право- и левобережных песчаных равнин, т. е. задровый и древнеаллювиальный ландшафты. Неоднородность почвообразующих пород подтверждается результатами геологических [5], физико-географических [10], а также наших биометрических исследований [1 – 3].

Западная и восточная части моренно-эрозионного ландшафта в ледовую эпоху в разной степени испытали влияние Скандинавского и Уральского ледников. На севере в западной части, в верховьях р. Керженец, остались сглаженные моренные холмы. В восточной части моренно-зандровые отложения интенсивно размывались тальми водами ледника с Урала. Их мощные потоки прошли по тектоническому прогибу между Вятским валом и Северными Увалами. Они размывали не только ледниковые отложения, но и коренные породы. Поэтому почвы здесь богаче и разнообразнее. Долины древних потоков перекрыты современными долинами р. Ветлуги и ее притоков.

Ландшафтная структура района. Анализ экспериментальных [1, 2] и литературных [4 – 6, 10] данных обуславливает разделение Нижнеунженско-Средневетлужского моренно-зандрового и долинного района на две ландшафтные местности (Верхнекерженская водораздельная моренная и правобережная Унженско-Ветлужская долинно-эрозионно-зандровая) и два ландшафта (Узоло-Среднекерженский задровый и Полесский левобережный с древнеаллювиальными песчаными равнинами средней Ветлуги и

нижней Унжи). Поскольку на левобережных песчаных равнинах произрастают сосновые леса, то этот ландшафт нами не анализируется.

Березняки плакорных условий в сопоставляемых ландшафтных местностях существенно различаются по почвам и лесорастительному эффекту. Кислично-липняковые березняки в первой ландшафтной местности произрастают на повышениях и верхних частях склонов размытых моренных холмов. Почва сильно-подзолистая мулево- и модернгуmusная свежая и свежевлажная на валунных суглиносупесях. Березняки липняковые во второй ландшафтной местности также растут на повышениях. Почва сильно-подзолистая мулевогумусная свежая на двучленных флювиогляциальных супесях, переходящих в размытую морену, подстилаемую коренными пермскими породами. Продуктивность этих березняков по сравнению с первыми значительно увеличивается по возрастам спелости, так же как показатель существенности различия (табл. 2).

На нижних частях склонов также повышается лесорастительный эффект у кислично-черничных березняков с влажными сильноподзолистыми почвами на флювиогляциальных супесях по сравнению с черничными березняками с влажными грубогумусными почвами на валунных суглиносупесях. Для этих ландшафтных местностей биометрически доказана значимость различия и необходимость отдельного составления региональных таблиц хода роста.

Сопоставление продуктивности кисличных березняков на склонах во второй ландшафтной местности и задровом ландшафте свидетельствует об одинаковом лесорастительном эффекте, несмотря на некоторые различия в климатических условиях в западной и восточной частях района (табл. 2). Причина кроется в близости почвообразующих пород. Кисличные березняки произрастают на свежих сильноподзолистых модернгуmusных почвах, развившихся под коренными ельниками на флювиогляциальных супесях. Примерно одинаковая их продуктивность указывает на целесообразность составления одних таблиц хода роста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алексеев П.В. Подзонально-провинциальные параметры лесотаксационных районов и уточнение их на почвенно-типологической основе (на примере районирования лесного Среднего Поволжья) // Тез. докл. к науч.-техн. конф. по итогам науч.-исслед. работ за 1966 год. - Йошкар-Ола: ПЛТИ, 1967. - С. 139-141.
- [2]. Алексеев П.В. Исследование хода роста генетически эталонных березняков Приветлужья на почвенно-типологической основе // Сб. тр. Марийск. политехн. ин-та. - Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1972. - № 59, вып. 3. - С. 126-140.
- [3]. Алексеев П.В. Строение пирогенных березняков: Учеб. пособие. - Йошкар-Ола: Изд. МарГУ, 1982. - 64 с.
- [4]. Грачев В.М. Ход роста ельников липовых в северной части Горьковской области // Тр. ПЛТИ. - Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1967. - № 58, вып.3. - С. 122-127.
- [5]. Земляков Б.Ф. Геологический очерк Бако-Варнавинского лесного массива Нижегородского края // Природа и хозяйство учебно-опытных леспромхозов ЛТА: Сб. статей. - М.; Л.: ЛТА, 1931. - Вып. 2. - С. 61-106.
- [6]. Киреев Д.М., Сергеева В.Л. Ландшафтно-морфологическое картирование лесов. - СПб.: ВНИИЦлесресурс, 1992. - 58 с.
- [7]. Курнаев С.Ф.

Лесорастительное районирование СССР / Лаборатория лесоведения АН СССР - М.: Наука, 1973. - С. 9, 78, 178, 202. [8]. Ландшафтная карта СССР. Масштаб. 1:1 000 000 / Науч. ред. А.Г. Исаченко - М.: ГУГК СССР, 1988. [9]. Общие принципы стратегии лесопользования и лесовыращивания на ландшафтно-типологической основе // Сб. науч. тр./ СПБНИИЛХ. - СПб., 1994. - 133 с. [10]. Ступишин А.В. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья. - Казань: Казанск. ун-т, 1964. - С. 5-8, 22-24, 28-31.

Поступила 10 мая 1999 г.

УДК 630*228.81.001.5(480)

А. ИСОМЯКИ

Научно-исследовательский Лесной институт, Финляндия

НОВАЯ ПРОГРАММА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЛЕСОВ В ЕСТЕСТВЕННОМ СОСТОЯНИИ В ФИНЛЯНДИИ

Приведена краткая характеристика нового проекта по исследованию естественных лесов на территории Европы, координатором которого является научно-исследовательский Лесной институт Финляндии. Изложены методологические подходы к подбору объектов исследований в естественных лесах и характеристика уже заложенных пробных площадей.

A brief characteristic is given to the new project devoted to the natural forest study on the European territory, Forest Research Institute in Finland being its coordinator. The methodological approaches are presented for selecting the objects of research in the natural forest and characteristics of sample areas already developed.

В научно-исследовательском Лесном институте Финляндии с 1993 г. организованы исследования по научной программе «Развитие лесов в естественном состоянии», задачами которых являются:

сравнение естественных лесов с предназначенными к хозяйственному освоению;

развитие методов и способов оценки состояния естественных лесов;

получение базовых сведений, необходимых для организации многообразного (многоцелевого) лесного хозяйства;

получение данных о динамике естественных лесов.

На первом этапе исследований, рассчитанном на 10 лет, организуется максимально широкая сеть объектов наблюдения. После этого Лесной институт обеспечивает надзор за объектами и предоставляет опытные участки леса как для собственных исследований, так и для использования другими научными организациями. В задачи программы входят также поддержка и интенсификация исследований лесов, находящихся в естественном состоянии, на территории Финляндии и близлежащих регионов.

Собственные научные интересы проекта концентрируются на изучении древостоев естественных лесов, особенно восстановительных процессов, динамики видового состава древесных растений, конкуренции и распределения территории между деревьями, жизнеспособности и естественного самоизреживания, длительности сохранения мертвых древесных остатков в связи с условиями среды, производительности древостоя и прироста биомассы.

В рамках проекта в течение 1998 г. организовано 317 объектов наблюдения в Финляндии, 20 – в Республике Карелия и 3 – в Республике Коми. Совместная работа с Институтом леса Карельского НЦ РАН началась в 1993 г., с Коми НЦ РАН – в 1994 г.

В данном проекте под «лесами в естественном состоянии» понимаются древостои или территории с возобновляющимся лесом, на которых не наблюдается признаков антропогенных изменений как в почве, так и в насаждениях. Однако при подборе участков допускались некоторые отклонения от данного правила, поскольку в Финляндии практически нет совершенно не затронутых человеком лесов.

Объекты наблюдений расположены, прежде всего, на природных охраняемых территориях – природных и национальных парках, принадлежащих государству. При наличии достаточных гарантий сохранности от воздействия человека можно принимать во внимание и другие охраняемые территории. Для каждой лесорастительной зоны и типа местопроизрастания необходимо иметь группу объектов наблюдения, представляющих собой серию насаждений, типичных по структуре для данной территории участков леса в соответствии с используемой финской классификацией (табл. 1).

Пробные площади организуются на участках не только старовозрастных лесов, но и представляющих начальные стадии послепожарных сукцессий. На более поздних этапах исследований решаются вопросы о присоединении к числу объектов заболоченных лесов, насаждений на скалах, других уникальных древостоев и местообитаний.

В течение 6 лет, начиная с 1993 г., подобрано две трети от запланированного количества объектов. Можно считать, что конечная цель – 450 полноценных объектов на всей территории Финляндии – будет достигнута за 10 лет. После окончания формирования сети объектов наблюдения на

Таблица 1

Классификация типов леса в Финляндии

Тип местопроизрастания	Преобладающая порода
Лиственные рощи и боры с лиственными породами	Ель, лиственные породы
Боры:	
свежие	Ель, береза, сосна
суховатые	Сосна, ель
сухие и неплодородные	Сосна

Таблица 2

**Распределение объектов наблюдения по типам местообитаний
и преобладающим породам в Финляндии на конец 1997 г.**

Тип местопроизрастания	Сосна	Ель	Береза	Осина	Ольха черная	Без деревьев	Всего
Боры:							
сухие	35	0	0	0	0	0	35
суховатые	61	3	2	0	0	0	68
свежие	23	86	9	1	0	0	119
Лиственные рощи	10	44	8	4	1	0	67
Итого	129	133	19	5	1	2	289

них будут производиться через каждые 10 лет. В настоящее время на основе данных первой серии измерений можно судить, прежде всего, о структуре древостоя.

Примерно половина уже организованных в Финляндии объектов наблюдения расположена в лесах с преобладанием ели в свежих местообитаниях (табл. 2). Сосновые леса расположены преимущественно в сухих местообитаниях, хотя есть участки и на плодородных почвах. Опытных участков с преобладанием березы на данный момент 19, или 7 %, в том числе две пробные площади на гарях, где в начале наблюдений живых деревьев не было.

В статье представлены результаты обработки данных для пробных площадей, организованных до 1996 г. Рассчитаны различные показатели структуры древостоя отдельно для живой и мертвой его частей. Погибший древостой дополнительно подразделен на стоящий и упавший. Средний возраст примерно половины древостоев на объектах наблюдения 100 ... 150 лет, более молодые составляют 25, более старые – 26 %. На долю древостоев старше 200 лет на данный момент приходилось 8 %.

Представленность живых древостоев тем выше, чем богаче условия местопроизрастания. На пробных площадях с плодородными почвами в наиболее богатых смешанных насаждениях с преобладанием сосны («лиственные рощи») объем живой части древостоя составляет 545 м³ на 1 га (табл. 3). Объем древостоя сокращается при ухудшении условий местопроизрастания. В свежих борах объем живой и мертвой части древостоя в среднем составляет 400, в более сухих почти 250, в наиболее сухих примерно 150 м³ на 1 га. Следует отметить, что в ходе исследований обнаружена, очевидно, самая большая в Финляндии ель высотой 43,2 м, произрастающая в природном парке «Весияко», на юге губернии Кески-Суоми.

Наибольший средний объем сухостоя (57 м³ на 1 га) зафиксирован в смешанных богатых ельниках. Наибольшие объемы как мертвой, так и живой частей древостоя отмечаются обычно в ельниках. Объемы мертвой части древостоя в сосновых и березовых насаждениях составляют примерно половину от объемов в ельниках.

Количество мертвой древесины, особенно валежника, считается одним из важнейших индикаторов естественных лесов. В действительно естественных лесах ее значительно больше, чем в представленных нами данных.

Таблица 3

**Средние значения объема живой и мертвой части древостоя
на пробных площадях проекта (м³ на 1 га)**

Тип местопроизрастания	Осина	Береза	Ель	Сосна	Среднее
Живой и мертвый древостой					
Боры:					
сухие			-	145	145
суховатые			206	239	232
свежие	329	298	418	350	387
Лиственные рощи	-	422	533	544	544
В среднем	329	348	450	278	363
Мертвый стоящий древостой					
Боры:					
сухие	-	-	-	14	14
суховатые	-	-	15	19	18
свежие	27	25	44	27	41
Лиственные рощи	-	4	57	17	45
В среднем	27	16	47	19	34
Упавшие деревья					
Боры:					
сухие	-	-	-	10	10
суховатые	-	-	18	20	20
свежие	20	11	26	7	21
Лиственные рощи	-	-	23	6	21
В среднем	20	11	24	14	19

Например, в свежих борах Южной Финляндии в действительно естественных ельниках количество мертвой древесины составляет 90 ... 120 м³ на 1 га. Довольно низкие значения объемов сухостоя и особенно валежника свидетельствуют о том, что не все объекты наших наблюдений являются в историческом аспекте полностью «естественными».

Число стволов диаметром более 5 см составляет на отдельных участках от 330 до 4200 шт. на 1 га (в среднем 1320 шт. на 1 га). Хотя эти колебания значительны, средние значения, рассчитанные по отдельным местообитаниям и преобладающим породам, довольно близки (1200 ... 1500 шт. на 1 га). Больше всего деревьев в насаждениях с преобладанием березы (в среднем 1520) и в свежих борах (1400 шт. на 1 га).

Поскольку валка деревьев в древостоях не производится, а использование буров в широких масштабах нежелательно (чтобы не ухудшить условия роста и не повысить гибель деревьев), то объем полученных на первом этапе данных о возрасте и приросте древостоя незначителен. Только после следующего цикла измерений можно будет оценить изменения в древостоях за 10 лет и определить действительную ценность материалов, приносимых сетью объектов наблюдений.

Основные сведения о расположении и структуре насаждений на объектах наблюдений публикуются для того, чтобы они были доступны всем

исследователям, интересующимся этой проблемой. Часть данных представляется на страничках Лесного института в Интернете. Цель – обеспечить доступ к ним возможно более широким кругам ученых-экологов. Научно-исследовательский Лесной институт отвечает за уход и измерения древостоев на объектах наблюдения. Разрешены и любые другие исследования естественных лесов, если они не нарушают их сохранности.

Организация сети постоянных объектов наблюдения способствует рационализации исследований естественных лесов. Ориентация новых научных проектов на одни и те же объекты исключает дублирование работ, обеспечивает большую достоверность результатов, улучшает результативность исследования периодических природных явлений и приносит другие выгоды, присущие комплексным исследованиям. По мнению специалистов, ценность программы заключается в ее длительности и значительной широте района исследований. Однако действительную значимость проекта можно определить только спустя десятки лет.

Проект включен в финансируемую Европейским сообществом программу COST Action E4 «Forest reserves research network», в которой принимают участие научно-исследовательские институты из 18 стран ЕЭС. В этой программе предусмотрена координация исследований естественных лесов на уровне всей Европы. Для этого сеть объектов наблюдений за естественными лесами должна быть создана по всей Европе, в том числе в таежной зоне северной России. Лесному научно-исследовательскому институту Финляндии отведена ключевая роль в организации международной программы мониторинга. Достигаемая таким образом широта охвата объектов в географическом аспекте обеспечила бы участвующим в программе ученым хорошую основу для сравнительных исследований. Именно по этой причине Лесной научно-исследовательский институт Финляндии был заинтересован в организации и поддержании совместной работы, например, с научными центрами Республик Карелии и Коми. Сотрудники института надеются, что исследования естественных лесов можно в ближайшее время расширить и по возможности выполнять в сотрудничестве с российскими учеными. По мнению финской стороны, для этого есть две важные предпосылки. Во-первых, на Северо-Западе России расположены значительные территории естественных лесов, которые, как и леса Финляндии, относятся к одной и той же зоне северных хвойных лесов. Во-вторых, у российских ученых-специалистов по лесной экологии есть длительные и хорошие научные традиции, ознакомление с которыми представляет большую ценность для финской стороны.

Поступила 10 мая 1999 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.711.84

А.С. ФЕДОРЕНЧИК, С.С. МАКАРЕВИЧ, Н.П. ВЫРКО

Белорусский государственный технологический университет

Федоренчик Александр Семенович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Белорусский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок, проректор по учебной работе Белорусского государственного технологического университета. Имеет более 90 печатных работ по вопросам ресурсосберегающих и экологически чистых технологий заготовки древесины при рубках главного и промежуточного пользования, совместности лесной техники с окружающей средой, лесного образования.



Вырко Николай Павлович родился в 1935 г., окончил в 1962 г. Белорусский технологический институт, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой транспорта леса Белорусского государственного технологического университета. Имеет более 130 печатных работ по проблемам обеспечения круглогодичной работы лесовозного автотранспорта на вывозке заготовленного леса, совершенствования методов расчета, проектирования и способов строительства лесных автомобильных дорог.



АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ НА ЛЕСНЫХ ДОРОГАХ

На основе теоретических исследований описан процесс колееобразования, в том числе и с учетом биологической проходимости лесной техники.

Based on theoretical studies a process of track formation is described, including and taking into account the biological flotation of forest machines.

Практикой доказано, что перемещение колесных или гусеничных машин по лесным дорогам осуществляется, как правило, по одной и той же колее, т. е. нагрузка на почвогрунт циклически повторяется. Если на первом цикле модуль общей деформации равен $E_{o(1)}$, а модуль упругости E_1 , то при втором $E_{o(2)}$ и E_2 , при третьем $E_{o(3)}$ и E_3 и т. д.

Многочисленные проходы движителей по одной и той же колее вызывают накопление в грунте деформаций. При этом в пределах цикла (нагрузка – разгрузка) наблюдается постепенное уменьшение как остаточных, так и упругих деформаций [1]. Это объясняется возрастающим уплотнением грунта в колее. Остаточные деформации уменьшаются быстрее, чем упругие, а при достаточно большом числе циклов они приобретают характер упругих. Характерное накопление деформаций при циклически повторяющихся нагрузке – разгрузке показано на рис. 1 (q – равномерно распределенная нагрузка, которая представляется через интеграл Фурье–Бесселя; W – вертикальное перемещение по оси z).

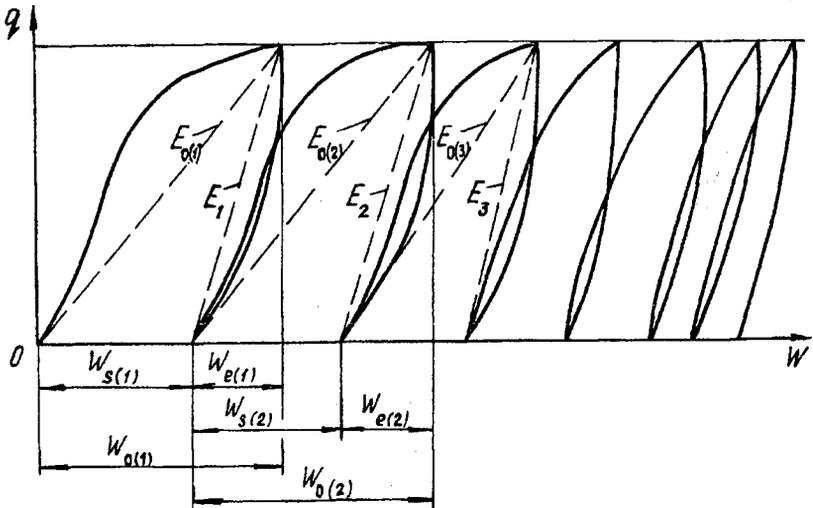


Рис. 1.

Процесс образования колеи заключается в следующем. Давление от колесного движителя, а тем более от гусеничного, передается через некоторую площадь. Давление на одну и ту же точку грунтового полупространства осуществляется в течение некоторого времени. В начальный момент приложения нагрузки происходит общая осадка W_o , которая развивается довольно быстро и может считаться мгновенной. В дальнейшем осадка увеличивается во времени, т. е. развивается деформация ползучести W_n . Как и общее вертикальное перемещение W_o , деформация ползучести W_n состоит из остаточной W_{ns} и вязкоупругой W_v деформации ползучести. При разгрузке упругая деформация W_e исчезает довольно быстро, почти мгновенно, а вязкоупругая исчезает со временем, примерно равным времени нагружения. Графически этот процесс представлен на рис. 2.

При нагружении ($t = 0$) возникает общая деформация W_0 (отрезок OB). За время действия нагрузки t_1 развивается общая деформация ползучести W_n (кривая BC). При разгрузке (точка C) практически мгновенно исчезает упругая деформация W_e (отрезок CD). После этого за время t_2 постепенно исчезает вязкоупругая деформация W_b (кривая DK). Таким образом, при первом цикле нагрузки – разгрузки остается остаточная деформация с учетом фактора времени $W_s(t)$:

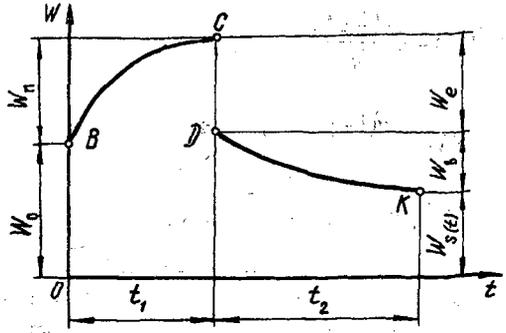


Рис. 2.

$$W_s(t) = W_0 + W_n - W_e - W_b. \quad (1)$$

Общую деформацию ползучести W_n характеризуют параметры δ_0 и β_0 , которые определяют по результатам статистической обработки кривых BC , построенных по данным полевых испытаний грунта. Вязкоупругую деформацию ползучести W_b характеризуют параметры δ и β , которые также определяют по результатам статистической обработки кривых DK .

Зная параметры δ_0 , β_0 , δ , β , находят остаточную деформацию грунта при любом виде внешнего удельного давления на его поверхность.

Так, при одном цикле нагрузки – разгрузки вертикальное остаточное перемещение поверхности грунта может быть получено по формуле [4]

$$W_s(t) = \frac{q(1-\mu^2)}{\pi E_0} \left(1 + \frac{\delta_0}{\beta_0} (1 - e^{-\beta_0 t_1}) \right) I - \frac{q(1-\mu^2)}{\pi E} \left(1 + \frac{\delta}{\beta} (1 - e^{-\beta t_1}) \right) I. \quad (2)$$

Горизонтальное остаточное перемещение поверхности грунта находят по формуле [4]

$$U_s(t) = \frac{q(1+\mu)(1-2\mu)}{2\pi E_0} \left(1 + \frac{\delta_0}{\beta_0} (1 - e^{-\beta_0 t_1}) \right) I + \frac{q(1+\mu)(1-2\mu)}{2\pi E} \left(1 + \frac{\delta}{\beta} (1 - e^{-\beta t_1}) \right) I, \quad (3)$$

где μ – коэффициент Пуассона;

I – интеграл, определяемый по формуле $I = \iint \frac{d\xi d\eta}{A\sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}}$ в

зависимости от формы площадки загрузения A ;

$d\xi, d\eta$ – размер сторон элементарной площадки;

x, y – координаты;

t_1 – время, в течение которого нагрузка q действует на одну точку грунта.

Если цикл нагрузки – разгрузки периодически повторяется, то при N циклах остаточные перемещения определяются формулами

$$\left. \begin{aligned} W_s^*(N) &= \frac{q(1-\mu^2)}{\pi} I \sum_{i=1}^N \left[\frac{1}{E_{0(i)}} \left(1 + \frac{\delta_{0(i)}}{\beta_{0(i)}} \left(1 - e^{-\beta_{0(i)} t_i} \right) \right) - \frac{1}{E_i} \left(1 + \frac{\delta_i}{\beta_i} \left(1 - e^{-\beta_i t_i} \right) \right) \right]; \\ U_s^*(N) &= -\frac{q(1+\mu)(1-2\mu)}{2\pi} I \sum_{i=1}^N \left[\frac{1}{E_{0(i)}} \left(1 + \frac{\delta_{0(i)}}{\beta_{0(i)}} \left(1 - e^{-\beta_{0(i)} t_i} \right) \right) - \frac{1}{E_i} \left(1 + \frac{\delta_i}{\beta_i} \left(1 - e^{-\beta_i t_i} \right) \right) \right]; \end{aligned} \right\} (4)$$

где $W_s^*(N)$, $U_s^*(N)$ – суммарное остаточное вертикальное и горизонтальное перемещение при N циклах;

E_{0i} , E_i – модуль общей деформации и упругости при i -м цикле;

$\delta_{0(i)}$, $\beta_{0(i)}$, δ_i , β_i – параметры, характеризующие общую и вязкоупругую деформацию ползучести.

По данным работы [2], при инженерных расчетах с достаточной точностью коэффициент Пуассона μ можно принять одинаковым для всех циклов.

Накопление остаточных вертикальных перемещений при нескольких циклах нагрузки – разгрузки показано на рис. 3.

Для вычисления перемещений по формулам (4) необходимо знать время t_1 действия нагрузки на точку полупространства почвы за один цикл. Это время определится исходя из скорости v движения транспортного средства по лесосеке и размера площади загрузки l . Если это колесный движитель, то l равно диаметру отпечатка следа колеса d ($l = d$), если гусеничный, то l равно длине гусеницы l_r ($l = l_r$). Тогда

$$t_1 = l/v. \quad (5)$$

Следует иметь в виду, что параметры β_0 и β имеют размерность $1/s$, поэтому и время t_1 необходимо определять в секундах.

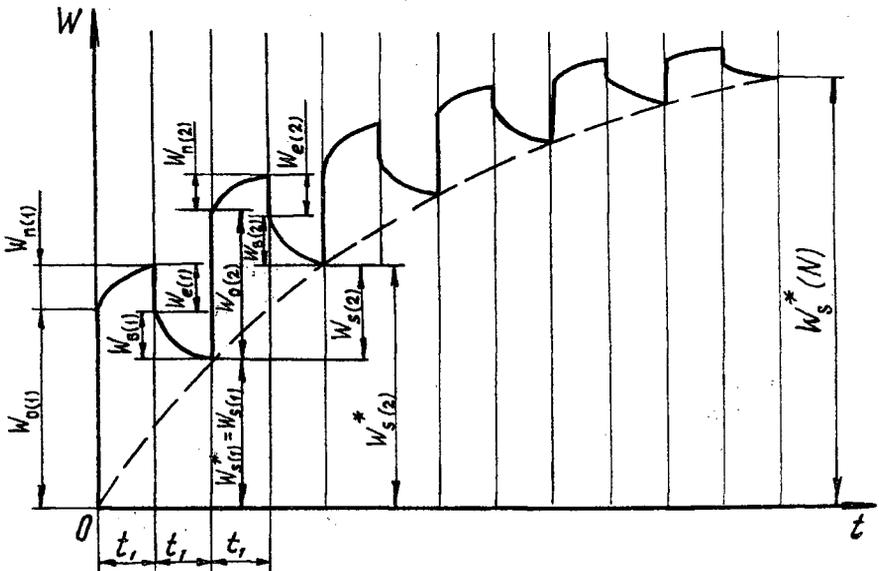


Рис. 3.

При движении колесного движителя за один цикл принимают время действия одного колеса на данную точку грунтового полупространства. Поэтому число циклов N в формулах (4) не будет соответствовать числу проходов N_k колесного движителя. Если число колес с одной стороны транспортного средства n , то

$$N_k = N/n. \quad (6)$$

Для гусеничного движителя число проходов равно числу циклов.

При определении суммарных остаточных перемещений $W_s^*(N)$ и $U_s^*(N)$ необходимо в формулы (4) при каждом новом цикле подставлять новые значения постоянных $E_0, E, \delta_0, \beta_0, \delta$ и β . Расчет упростится, если найти зависимость этих постоянных от суммарного вертикального перемещения:

$$\begin{aligned} E_{0(i)} = f_{0(i)} = f_0(W_s^*(i-1)); & \quad E_i = f_i = f(W_s^*(i-1)); \\ \delta_{0(i)} = \varphi_{0(i)} = \varphi_0(W_s^*(i-1)); & \quad \beta_{0(i)} = \psi_{0(i)} = \psi_0(W_s^*(i-1)); \\ \delta_i = \varphi_i = \varphi(W_s^*(i-1)); & \quad \beta_i = \psi_i = \psi(W_s^*(i-1)), \end{aligned}$$

где $\varphi_0, \varphi_i, \varphi_{0(i)}$ – функции напряжений для соответствующего слоя;
 $f_0, f_i, f_{0(i)}, \psi_0, \psi_i, \psi_{0(i)}$ – обозначения экспоненциальных функций вида $\psi_0 = 1 - e^{-2\lambda_\rho}$ для соответствующего слоя (где $\lambda_\rho = 1 + e^{-2a}$; a – параметр интегрирования).

Для определения плотности почвы ρ после N циклов воздействия нагрузки или N_k проходов движителей воспользуемся эмпирической формулой, предложенной в работе [3]:

$$\rho = \rho_0 \frac{1 - \frac{1}{1+W_r} (W_r - 0,11\sqrt{W_r}) \frac{W_s^*(N)}{h_{\max}}}{1 - \frac{W_s^*(N)}{H_0}}, \quad (7)$$

где ρ_0 – плотность грунта в исходном состоянии;

W_r – влажность грунта;

$W_s^*(N)$ – суммарное остаточное вертикальное перемещение поверхности грунта при N циклах;

H_0 – толщина эквивалентного слоя.

Величина h_{\max} согласно работе [4] определяется по формуле

$$h_{\max} = H_0 \left(1 - \frac{\rho_0}{(1-W_r)\rho_{\text{TB}}} \right), \quad (8)$$

где ρ_{TB} – наибольшая возможная плотность.

Наибольшей возможной можно считать плотность частиц грунта. Согласно работе [1] она следующая: пески – 2,66; супеси – 2,70; суглинки – 2,71; глины – 2,74; гумусовые и горизонты черноземов – 2,50; торф – 1,60 г/см³.

Толщина эквивалентного слоя [5]

$$H_0 = \frac{(1-\mu^2)}{1-2\mu} \omega b, \quad (9)$$

где ω – коэффициент, зависящий от формы и размеров площадки загрузки; определяется по таблицам [5],

$$\omega = \frac{I}{b\pi}, \quad (10)$$

где b – ширина гусеницы движителя.

Из формулы (7) можно найти $W_s^*(N)$, при котором плотность достигает критического значения $\rho = \rho_{кр}$, т. е.

$$W_s(N) = \frac{\rho_{кр} - \rho}{\frac{\rho_{кр}}{H_0} - \rho_0 \left(W_r - 0,11\sqrt{W_r} \right) (1 + W_r) h_{max}}. \quad (11)$$

Зная $W_s^*(N)$, по формуле (4) можно определить число циклов N , а следовательно, и число проходов N_k движителей, при котором наступит критическая плотность грунта.

Таким образом, предложенный метод позволяет с учетом времени воздействия нагрузки, числа циклов и параметров опорной части движителей определить не только интенсивность колееобразования для различных лесных почвогрунтов, но и число проходов движителя колесной или гусеничной машины, при котором достигается критическая плотность грунта с точки зрения лесоводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бабков В.Ф., Безрук В.М. Основы грунтоведения и механики грунтов. - М.: Высш. шк., 1986. - 238 с. [2]. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. - Л.: Стройиздат, 1988. - 416 с. [3]. Котиков В.М. Воздействие лесозаготовительных машин на лесные почвы: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. - М., 1995. [4]. Федоренчик А.С., Макаревич С.С., Вырко Н.П. Исследование напряженно-деформированного состояния лесных грунтов под воздействием колесных и гусеничных движителей // Лес – экология и ресурсы: Матер. Междунар. науч.-техн. конф. Белорус. госуд. технологич. ун-та. - Минск, 1998. [5]. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высш. шк., 1973. - 280 с.

Поступила 11 ноября 1998 г.

УДК 629.114.4.001.2

С.И. МОРОЗОВ

Архангельский государственный технический университет

Морозов Станислав Иванович родился в 1929 г., окончил в 1952 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики Архангельского государственного технического университета, член-корреспондент РИА, заслуженный деятель науки и техники РФ. Имеет около 170 печатных работ в области изучения устойчивости температурно-напряженного рельсового пути, закрепления его от угона рельсов, удара тел, применения ЭВМ при решении задач механики.



УДАР ПЛАТФОРМЫ С ГРУЗОМ О ПРЕПЯТСТВИЕ

Рассмотрена методика расчета линейных и угловых скоростей для контейнера, установленного на железнодорожной платформе или в кузове автомобиля, после их удара о некоторое препятствие. При выводе расчетных зависимостей использовано уравнение Лагранжа второго рода.

Technique of calculating linear and angular velocities is considered for the container, placed on the railway platform or truck body after their stroke on some obstacle. The Lagrange equation of second kind was used in deriving dependencies.

Движение платформы железнодорожного состава (или автомобиля) с грузом в виде контейнера (рис. 1) при ударе о некоторое препятствие сопряжено со следующими случаями смещения груза:

- скольжение контейнера по платформе, если он не закреплен упором;
- поворот контейнера вокруг упора, если он имеется.

В обоих случаях груз перемещается на платформе (автомобиле), что затрудняет нормальное ее движение.

Рассмотрим второй случай и решим задачу о нахождении угловой скорости контейнера после удара.

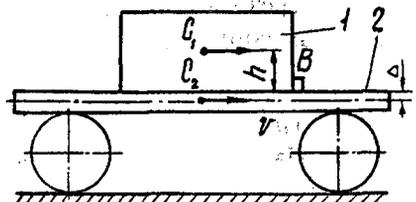


Рис. 1. Основная расчетная схема (C_1 , C_2 – центры масс тел; B – упор; v – скорость движения платформы до удара); 1, 2 – контейнер и платформа

Упрощенная расчетная схема приведена на рис. 2. Контейнер 1 движется до удара вместе с платформой со скоростью v . Обозначим: m_1 – масса контейнера, h – высота его центра масс (точка C_1) над полом платформы. Аналогично для платформы 2: m_2 – масса платформы, Δ – расстояние от центра масс платформы (точка C_2) до пола платформы.

Буквой B обозначим упор для контейнера на платформе, который условно изобразим в виде цилиндрического шарнира, буквой S – импульс ударной силы. Ударяемое тело 3 имеет массу m_3 . Оно на схеме изображено пунктиром.

На рис. 2 показаны оси n_2 и n_3 с началом в точке соударения платформ E . Они лежат на осях платформ и направлены в противоположные стороны. Орты этих осей обозначим \bar{n}_2 и \bar{n}_3 .

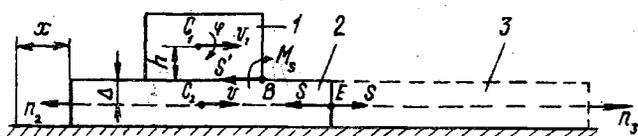


Рис. 2. Упрощенная расчетная схема

Для вывода расчетных зависимостей используем уравнение Лагранжа II рода в форме [3]

$$\left(\frac{dT}{d\dot{q}}\right)_2 - \left(\frac{dT}{d\dot{q}}\right)_1 = R_q, \quad (1)$$

где T – кинетическая энергия рассматриваемой механической системы до и после удара (индексы 1 и 2);

\dot{q} – обобщенные скорости;

R_q – обобщенные импульсы ударных сил.

Механическая система контейнер – платформа имеет две степени свободы. Ее обобщенные координаты x и φ показаны на рис. 2. Тогда выражение для кинетической энергии системы будет иметь вид

$$T = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}J_B\dot{\varphi}^2. \quad (2)$$

Здесь J_B – момент инерции контейнера относительно оси, проходящей через точку B перпендикулярно плоскости рисунка.

В данном случае

$$J_B = m_1\rho^2,$$

где ρ – радиус инерции контейнера относительно точки B .

Находим частные производные от кинетической энергии по обобщенным координатам

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} &= (m_1 + m_2)\dot{x}; \\ \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} &= J_B\dot{\varphi} = m_1\rho^2\dot{\varphi} \end{aligned}$$

и обобщенные импульсы ударных сил

$$R_x = \frac{\delta A_x}{\delta x} = \frac{S \delta x}{\delta x} = S;$$

$$R_\varphi = \frac{\delta A_\varphi}{\delta \varphi} = \frac{Sh \delta \varphi + S \Delta \delta \varphi}{\delta \varphi} = S(h + \Delta).$$

При определении обобщенной силы R_φ сначала, как показано на рис. 2, приведем импульс S к точке B . Получим приведенную силу $S' = S$, приложенную в точке B , и присоединенную пару сил с моментом M_S , который равен моменту силы S относительно точки приведения B : $M_S = S \Delta$.

Составим расчетные зависимости по уравнению (1), полагая в начале удара $\dot{x} = v_1 = v$, $\dot{\varphi} = 0$, в конце — $\dot{x} = u_1 = u$; $\dot{\varphi} = \omega_1 = \omega$.

После подстановки выражений для частных производных и обобщенных импульсов в уравнение (1) получим два уравнения:

$$(m_1 + m_2)u - (m_1 + m_2)v = S;$$

$$m_1 \rho^2 \omega = S(h + \Delta).$$

Из первого уравнения находим u , из второго — ω :

$$u = v + \frac{S}{m_1 + m_2}; \quad (a)$$

$$\omega = \frac{S(h + \Delta)}{m_1 \rho^2}, \quad (b)$$

где u и ω определены с точностью до S .

Для определения S воспользуемся зависимостью между скоростями движения тел до и после удара [2]:

$$\bar{u}'_2 \bar{n}_2 + \bar{u}'_3 \bar{n}_3 = -\varepsilon (\bar{v}'_2 \bar{n}_2 + \bar{v}'_3 \bar{n}_3), \quad (3)$$

где ε — коэффициент восстановления тел в точке удара;

v' , u' — скорости тел 2 и 3 до и после удара в точке E .

После преобразования уравнения (3) по методике [2] получим

$$S = - \frac{(1 + \varepsilon) A_1}{G}.$$

Так как $A_1 = \bar{v}'_2 \bar{n}_2 + \bar{v}'_3 \bar{n}_3$; $G = \frac{1}{m_1 + m_2} + \frac{1}{m_3}$, то

$$S = - \frac{(1 + \varepsilon)(v - v_3)}{\frac{1}{m_1 + m_2} + \frac{1}{m_3}}, \quad (4)$$

где $v_2 = v_1 = v$.

Используя это выражение и подставляя его в уравнения (a) и (b), получаем после преобразований

$$u = v - \frac{(1 + \varepsilon)(v - v_3)}{1 + (m_1 + m_2)/m_3}; \quad (5)$$

$$\omega = - \frac{(1 + \varepsilon)(h + \Delta)(v - v_3)}{[1/(m_1 + m_2) + 1/m_3]m_1\rho^2}. \quad (6)$$

Уравнения (4) – (6) дают полное решение задачи в общем случае. В частном случае, когда происходит удар о массивное неподвижное тело, т. е. $m_3 = \infty$ и $v_3 = 0$, имеем

$$u = v - \frac{(1 + \varepsilon)v}{1} = v - (1 + \varepsilon)v = -\varepsilon v; \quad (c)$$

$$\omega = \frac{-(1 + \varepsilon)(m_1 + m_2)v}{m_1\rho^2}(h + \Delta) = -\frac{m_1 + m_2}{m_1} \cdot \frac{(1 + \varepsilon)(h + \Delta)v}{\rho^2}. \quad (d)$$

Аналогичное решение может быть получено с помощью общих теорем динамики, в частности теорем об изменении количества движения и моментов количества движения.

Для аналогичного условия при упрощенном решении задачи № 44.28 работы [1] найдено

$$\omega = \frac{vh}{\rho^2}. \quad (e)$$

Нами получено более точное выражение для ω . Уравнение (d) показывает, что значение ω зависит от значения коэффициента восстановления ε и размеров поперечного сечения платформы, которые характеризуются величиной Δ . Знак минус в формуле (6) показывает, что в данном случае вращение контейнера после удара происходит по часовой стрелке.

Погрешность вычислений при использовании формулы (e) вместо формулы (d) можно найти по выражению

$$\eta = \frac{m_1 + m_2}{m_1} (1 + \varepsilon) \left(1 + \frac{\Delta}{h}\right).$$

Проанализируем его. Предварительно обозначим $m_1/m_2 = n$. Тогда

$$\eta = (1 + n)(1 + \varepsilon) \left(1 + \frac{\Delta}{h}\right).$$

Коэффициент восстановления изменяется в диапазоне $0 \leq \varepsilon \leq 1$, т. е. множитель $(1 + \varepsilon)$ лежит в диапазоне $1 \leq (1 + \varepsilon) \leq 2$. Поэтому значение η при решении задач удара может изменяться в два раза.

При $m_1 = m_2$ имеем $n = 1$, при $m_2 > m_1$ имеем $n < 0$, при $m_2 < m_1$ имеем $n > 1$. В последнем случае η изменяется в несколько раз.

Значительно изменяется погрешность вычисления η и в зависимости от соотношения Δ/h .

Таким образом, уточнение значения ω при определении его по уравнению (d) вместо (e) является весьма существенным и им нельзя пренебрегать.

В общем случае, когда $m_3 \neq \infty$ и $v_3 \neq 0$, значение ω надо находить по формуле (6). Ей можно придать вид

$$\omega = \frac{(1 + \varepsilon)(v - v_3)(m_1 + m_2)m_3 \left(1 + \frac{\Delta}{h}\right)}{(1 + m_3)m_1 \rho^2}. \quad (6a)$$

При анализе эту формулу удобно представить в виде

$$\omega = - \frac{(m_1 + m_2)m_3}{(1 + m_3)m_1} \cdot \frac{(1 + \varepsilon)(v - v_3)(1 + \Delta/h)}{\rho^2}. \quad (6b)$$

Обозначим в формуле (6b) первый множитель, состоящий из масс, буквой p , т. е.

$$p = \frac{(m_1 + m_2)m_3}{(1 + m_3)m_1},$$

тогда

$$\omega = -p \frac{(1 + \varepsilon)(v - v_3)(1 + \Delta/h)}{\rho^2}.$$

Если далее обозначим $m_1 = nm_2$, то

$$p = \frac{(1 + n)m_3}{n(1 + m_3)}. \quad (7)$$

В рассматриваемом примере происходит удар платформы 2 по неподвижному массивному телу 3, т. е. $m_3 = \infty$, поэтому

$$p = \frac{(1 + n)}{\frac{1}{m_3} + 1} \approx \frac{1 + n}{n}. \quad (7a)$$

При уменьшении m_3 (по сравнению с $m_3 = \infty$) знаменатель формулы (7) будет увеличиваться, т. е. значение p будет уменьшаться.

Значит при прочих равных условиях максимальное значение величины ω будет иметь место при ударе платформы о массивное неподвижное тело. Однако все высказанные выше соображения о влиянии на η величин n , ε и Δ/h остаются в силе.

Таким образом, в процессе изучения задачи о движении контейнера при соударении платформ железнодорожного состава необходимо рассматривать наиболее неблагоприятный случай и вести расчет по формуле (d).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Мешерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учеб. пособие. - 35-е изд., перераб. / Под ред. Н.В. Бутенина, А.И. Лурье, Д.Р. Меркина, И.Б. Челпанова. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981. - 480 с. [2]. Морозов С.И. Удар двух тел: Методические указания по решению задач. - Архангельск: РИО АГТУ, 1996. - 56 с. [3]. Пановко Я.Г. Введение в теорию механического удара. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1997. - 224 с.

Поступила 28 октября 1997 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 677.093

Р.Е. КАЛИТЕЕВСКИЙ

С.-Петербургская лесотехническая академия



Калитеевский Ростислав Евгеньевич родился в 1924 г., окончил Всесоюзный заочный лесотехнический институт (при Ленинградской лесотехнической академии), профессор, доктор технических наук, профессор кафедры лесопильного производства и гидротермической обработки древесины С.-Петербургской лесотехнической академии, академик РАЕН, заслуженный деятель науки РФ, чл.-кор. МАН ВШ. Имеет более 140 печатных работ в области технологии, оборудования и систем управления лесопильного производства.

КОНЦЕПЦИЯ ЛЕСОПИЛЕНИЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

Изложены основные эколого-технологические аспекты лесосырьевой базы России и концепция современного лесопиления. Приведены условия совершенствования отечественного лесопиления.

The main ecological and technological aspects of wood and raw material base of Russia are revealed as well as the concept of modern wood sawing. The terms of improvement of national wood sawing are given.

Лесные запасы России составляют примерно 80 млрд м³, т.е. у нас сосредоточена пятая часть зеленого богатства планеты как по площади, так и по запасам древесины. Однако самые доступные и качественные древостои в настоящее время уже сведены. По экспертным оценкам только пятая часть площадей лесов России пригодна сейчас для коммерческого производства древесины. В абсолютных цифрах это составляет около 250 млн га, что в 2 раза больше всех покрытых лесом земель стран Европы.

Но лесной фонд страны небеспределен. Сокращение спелых и перестойных насаждений связано с ширококомасштабными рубками главного пользования. По оценке ВНИИЦлесресурс около 13 % спелых и перестойных древостоев в Европейско-Уральской части страны и около 52 % в ази-

атской части не доступны по техническим причинам. Кроме того, значительные площади занимают леса 1-й и 2-й групп, в которых сплошные рубки запрещены или строго ограничены.

Основу российского лесного экспорта до последнего времени составляли необработанные лесоматериалы, которых было продано 11,5 млн м³.

Что же касается глубины переработки древесины и рационального использования наших природных богатств, то, например, валютная выручка Финляндии в расчете на 1 тыс. м³ заготовленной древесины за счет преобладания в экспорте продукции глубокой переработки превышает отечественную в 17 раз.

Размер возможного лесопользования у нас определен в 600 млн м³ ликвидной древесины, в том числе 486 млн м³ – рубки главного пользования, 44 млн м³ – промежуточные рубки (прореживание, проходные, санитарные). Однако общие объемы всех видов заготовок в настоящее время не превышают 140 ... 150 млн м³ при годовом дефиците лесоматериалов 100 млн м³.

На основании данных межведомственной комиссии по экологическим вопросам РФ установлено, что в России каждый год вырубается в 6 раз больше древесины, чем зафиксировано статистикой (пожары, охватывающие до одного миллиона гектаров леса; что соизмеримо с площадью рубок главного пользования; десятки миллионов кубометров остаются гнить на лесных дорогах, сжигаются в кострах, остаются в недорубах и теряются при разделке). В стране наблюдается истощение доступного лесного фонда.

Из-за высоких тарифов на перевозку лесоматериалов в будущем основная заготовка древесины будут проводиться в Европейско-Уральской части страны, на Дальнем Востоке и вблизи крупных рек Сибири.

Международный институт леса считает, что на территории в 400 млн га практически невозможно развить всю необходимую соответствующую международному уровню инфраструктуру и привлечь инвестиции в лесное хозяйство.

Для получения древесины в количестве 500 ... 700 млн м³, что вполне достаточно для годового удовлетворения внутренних и внешних потребностей страны, необходимо освоить лесопокрываемую площадь порядка 150 ... 200 млн га с лесами не ниже четвертого класса бонитета. На этой площади может быть создано высокопродуктивное лесное хозяйство и соответствующие мощности по заготовке и переработке древесины с социальной инфраструктурой.

Практика скандинавских и некоторых стран Центральной и Западной Европы подтверждает это. Поэтому решение проблемы не в ограничении лесопользования, а в его организации на основах, разработанных лесохозяйственной наукой. Необходим переход к экологически допустимым технологиям, ориентированным на более широкое применение выборочных рубок.

Точного учета вырабатываемых у нас пиломатериалов в настоящее время нет. Однако можно считать, что доля производимых пиломатериалов составляет примерно до 1/5 от заготавливаемой древесины (25 млн в год или в 3 раза меньше, чем в 70-е годы).

Считается, что в ближайшие 5 ... 7 лет объемы заготовки древесины и лесопиления должны возрасти в 1,6–1,7 раза. Однако к 2010–2020 гг. они едва ли превысят показатели середины 80-х (350 млн м³), поскольку восстановление и развитие всей необходимой инфраструктуры лесной индустрии потребует больших инвестиций.

Уже сегодня, в преддверии ликвидации экономического спада, необходимы постановка и решение научных, технологических и технических вопросов, обеспечивающих прорыв лесопильной промышленности на всех этапах ее дальнейшего развития [3].

В условиях рынка правильное планирование должно отвечать как интересам изготовителя и потребителя, так и обществу в целом. При этом план наиболее точно определяет уровень экономической эффективности осуществления планируемых мероприятий. Этот план должен систематически корректироваться. Однако правильно выбранные приоритеты, характерные для рыночной экономики, и концептуальные положения остаются практически неизменными. К ним следует отнести следующие.

1. Определить и осуществить организацию отечественного лесопиления в новых условиях. Необходим не рост производства неизвестно каких пиломатериалов, как в прошлые годы, а резкое повышение их конкурентоспособности и качества (конструкционные; клееные и строганные пиломатериалы, заготовки целевого назначения с защитной обработкой и нормируемой влажностью), т. е. глубокая переработка древесины в районах основных лесозаготовок.

Современное лесопиление стоит на трех китах: откуда и какой получать пиловочник; какую и с какой глубиной переработки древесины выпускать пилопродукцию; какие оборудование, технологии и системы управления использовать.

С точки зрения связи лесопиления с лесоустройством необходимо четко определить запасы на каждом объекте конкретного региона и установить экономически обоснованные объемы неистощительного лесопользования. Считается, что традиционная таксация приводит к систематическому занижению древесных запасов, их среднего возраста и, что весьма немало важно, к существенным «скрытым» потерям при раскрое хлыстов на сортименты.

К основным видам стратегии конкурентоспособности продукции лесопиления относятся: лидерство по себестоимости продукции, так как в современных условиях низкая себестоимость является не преимуществом, а необходимостью; дифференциация, т. е. освоение выпуска специальных видов пилопродукции; концентрация и рациональное использование отходов лесопиления.

Следует иметь в виду, что именно экономия сырья позволяет окупить в сравнительно короткие сроки дорогостоящие современное лесопильное оборудование и системы оптимизации и управления.

В странах с развитым лесопилением 10 ... 20 % предприятий выпускают 50 ... 80 % пилопродукции. Поэтому отечественное лесопиление должно иметь не только малые, но и значительное количество средних и крупных лесопильных предприятий.

Современные малые промышленные предприятия должны стремиться к высокому уровню механизации и автоматизации, а также оптимизации процессов раскроя пиловочного сырья на пилопродукцию с использованием компьютерной техники и информационных технологий.

В лесопилении к малым, как правило, могут быть отнесены предприятия, распиливающие от 10 ... 20 до 50 ... 70 тыс. м³ пиловочных бревен в год. При этом в пределах нижнего уровня работают предприятия, выпускающие пилозаготовки, в пределах верхнего – выпускающие пиломатериалы.

Меньше нижнего уровня производительности могут иметь лесопильно-деревообрабатывающие предприятия с глубокой переработкой древесины (выпуск окон, дверей, древесных плит и др.).

Малые предприятия имеют определенные особенности, приведшие к их широкому распространению в Западной Европе, США и Японии. Во-первых, это большая динамичность по сравнению со средними предприятиями, во-вторых, это быстрая реакция на изменение требований рынка даже к виду пилопродукции (строганный погонаж и др.). Раскрой может быть начат с хлыстов по критерию конечной пилопродукции (например пилозаготовок).

Быстрая восприимчивость к научно-техническому прогрессу малых предприятий привела к тому, что сегодня свыше 90 % новых технологий внедряются именно там. Малые предприятия имеют меньшие капитальные вложения, в два и более раз большую оборачиваемость капитала и ряд других преимуществ. Однако их не надо путать с так называемым фермерским лесопилением на базе, например, кругло- и ленточнопильных станков индивидуального раскроя производительностью 1 ... 3 тыс. м³ бревен в год.

Быстрое распространение ленточнопильных (типа Вуд-Майзер) и круглопильных (Лаймет) станков для индивидуального раскроя бревен объясняется довольно высоким выходом пиломатериалов без проведения предварительной сортировки бревен по диаметрам.

В условиях централизованной плановой системы для выпилки, в основном, необрезных досок из небольших объемов бревен широко используют одноэтажные лесопильные рамы. Сортировку бревен по диаметрам в этом случае, как правило, не проводят ввиду высокой стоимости и экономической неэффективности.

2. Разработать и внедрить информационные технологии на малых, средних и крупных лесопильных предприятиях. Различают информационные технологии как отдельных процессов, так и производств в целом.

Под информационными технологиями понимают процессы, в которых применяют средства измерения, обработки, хранения и использования информации с оптико-электронными и другими типами измерительных систем, обеспечивающих их технологическую связь с УВМ и ЭВМ.

Это позволяет не только оптимизировать раскрой пиловочного сырья на пиломатериалы и заготовки, но и осуществлять производственный процесс во времени, начиная с поступления древесного сырья и кончая получением пилопродукции, наиболее удовлетворяющей потребителя.

Мировой опыт показывает, что оптимизация раскроя пиловочника наиболее эффективна при работе с сырьем пониженного качества, что характерно для большинства отечественных лесопильных предприятий.

Информационные технологии включают в себя все его стадии от заказа и оперативного планирования раскроя пиловочного сырья до отгрузки пилопродукции. Объединение маркетинга, получения заказов, планирования и оперативного управления в единую систему дает максимальный эффект.

Маркетинг определяет систему и структуру управления, которые обеспечивают взаимодействие всех остальных структур. Внедрение информационных технологий лесопиления обеспечивает оптимизацию раскроя хлыстов, бревен, брусьев и досок и позволяет экономить 1/4 древесного сырья [2].

3. Разработать программно-методическое обеспечение автоматизированных рабочих мест (АРМ) технологов лесопильных предприятий и систем автоматизированного проектирования (САПР) технологий лесопиления; без которых невозможно проектирование и создание информационных технологий.

В рыночной экономике нормативная база предприятия – это коммерческая тайна. Поэтому сегодня нужны не инструкции, как это практиковалось при централизованной экономике, а методики, алгоритмы и программы, способные помочь конкретным предприятиям провести технологические расчеты на всех уровнях производства с достаточной степенью достоверности.

Разработкой программно-методического обеспечения АРМ и САПР технологий лесопиления должны заниматься ведущие лесотехнические вузы нашей страны, где готовят современных инженеров-технологов. Например; в С.-Петербургской лесотехнической академии уже читают курс «Информационные технологии лесопиления» [1].

Наша лесопильная промышленность отстала от технологического уровня стран с развитым лесопилением. Преодолеть это отставание без решения изложенных выше вопросов и подключения машиностроительных предприятий и предприятий ВПК к созданию современного оборудования для лесопиления будет практически невозможно. Например, существует мнение, что в силу сложившихся условий мы просто обречены на создание таких технологий, оборудования, изделий, которых нет ни у кого в мире.

Кроме того, следует учитывать, что любые западные компании будут сотрудничать с нами до тех пор, пока это выгодно им. И вряд ли они будут мириться с появлением на мировом рынке мощного конкурента.

4. Провести техническое перевооружение лесопильных предприятий с использованием новейшего модульного оборудования и прогрессивных систем оптимизации и управления.

Уже сейчас, несмотря на кризисное положение отрасли, некоторые лесопильные предприятия переходят на современное оборудование. Перед нами на выбор следующие варианты: покупка линий за рубежом; изготовление линий как на отечественных специализированных машиностроительных заводах, так и на «начинающих», из числа предприятий ВПК и других, лишившихся стабильных заказчиков; изготовление линий хозяйственным способом.

Первый вариант подразумевает закупку высокоавтоматизированных линий лучших фирм мира и морально устаревшего оборудования.

Второй вариант связан с риском получить оборудование, требующее длительной отладки и доработки, низкого качества, надежности и уровня автоматизации, без компьютерного и технологического обеспечения.

В третьем варианте могут быть разработаны лишь весьма простейшие механизированные устройства и станки, не отвечающие современным требованиям. Их ожидают проблемы, имеющие место во втором варианте.

Самым существенным недостатком последних двух вариантов является длительный срок внедрения (от одного года до нескольких лет).

Совершенно очевидно, что при создании отечественной современной техники не обойтись без кооперации с ведущими машиностроительными фирмами мира, одновременно необходимо развивать собственную научно-конструкторскую и машиностроительную базу.

В нашей стране существует большое разнообразие размерно-качественных параметров хлыстов и бревен в различных регионах. Так, средние диаметр бревен и объем хлыстов Северо-Западного региона почти в два раза отличаются от аналогичных показателей Восточной Сибири. Поэтому при равном объеме переработки цикловая производительность линий должна быть в первом случае примерно вдвое выше. Использование же нескольких линий может оказаться экономически нецелесообразным. Диапазон требуемых уровней производственных мощностей оборудования весьма значителен.

Наши исследования и опыт развитых стран показывают, что наиболее эффективным (сокращение сроков внедрения в несколько раз, повышение надежности оборудования, снижение себестоимости его изготовления и др.) является создание унифицированных агрегатированных линий из функциональных механизмов-модулей с присоединительными и габаритными размерами.

Их применение позволяет выполнять большое число одних и тех же операций автономными функциональными механизмами с законченным технологическим циклом (питатели, фрезерные и пильные механизмы, отсе-

катели, сбрасыватели, секции продольных и поперечных конвейеров, механизмы уборки отходов и т.д.) и высокой степенью повторяемости как в компоновках разных типов, так и внутри отдельной компоновки.

5. Принять законы по ресурсосбережению и использованию отходов, нацеливающие предприятия на экологически рациональное ресурсопотребление, а значит, на разработку и применение малоотходных технологий и ресурсосберегающей и надежной техники.

6. Иногда, исходя из низкой квалификации рабочих, выбирать упрощенные технологии лесопиления. Однако как не решить вопросов подготовки ленточных и круглых пил сравнительно больших диаметров без высококвалифицированных специалистов, так не решить и вопросов рационального эффективного использования древесины при современных технике и системах оптимизации без высокоспециализированных рабочих-операторов.

Поэтому необходимо проводить подготовку и переподготовку научных, инженерно-технических и рабочих кадров, способных обеспечить прогресс в лесопилении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Калитеевский Р.Е., Гудков А.С. Система компьютерных программ для оперативного управления процессами подготовки и раскрытия пиловочного сырья // Деревообраб. пром-сть. - 1995. - № 2. - С. 70. [2]. Калитеевский Р.Е. Информационные технологии лесопиления // Лесн. журн. - 1995. - № 2-3. - С. 184-189. - (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Калитеевский Р.Е. Теория и организация лесопиления. - М.: Экология, 1995. - 352 с.

Поступила 19 мая 1997 г.

УДК 674.053

С.В. ЕРШОВ

Архангельский государственный технический университет



Ершов Сергей Викторович родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации обработки экономической информации Архангельского государственного технического университета. Имеет более 60 печатных работ в области лесопиления, исследования круглых пил, маркетинга, инновационного менеджмента.

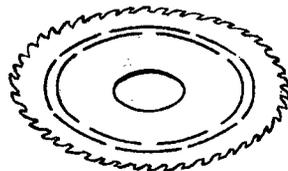
О НАГРЕВЕ КРУГЛЫХ ПИЛ НЕРАВНОМЕРНОЙ ТОЛЩИНЫ

Рассмотрено теоретическое распределение температуры по радиусу вращающегося диска пилы, имеющего переменную толщину, при подводе к его периферии определенной тепловой мощности; приведены примеры расчета.

The theoretical distribution of temperature has been considered along the radius of the rotating disc of variable thickness when applying some certain heat power to its circumference; the calculation examples are given.

Постановка задачи. Работа круглой пилы всегда связана с ее неравномерным нагревом. Периферия пилы, где при резании генерируется тепловая энергия, нагревается сильнее, чем центр; последний из-за большой теплоемкости пыльного вала и зажимных шайб почти не нагревается. Нагрев может привести к потере пилой плоской формы. Условия, при которых это происходит, определяются как степенью нагрева, так и формой кривой распределения температуры по радиусу пилы [5]. Распределение температуры по радиусу плоских пил (имеющих равномерную толщину) хорошо изучено [1, 2, 6, 7]. Кроме этих пил для резания древесины используют конические и строгальные пилы, которые имеют отличающуюся кривую распределения температуры по радиусу (при прочих равных условиях). Известны плоские пилы с сегментными прорезями (рис. 1), препятствующими распространению тепла в направлении центра пилы. В первом приближении зону сег-

Рис. 1. Пила с кольцевыми прорезями



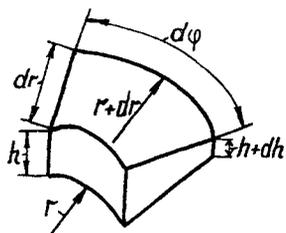


Рис. 2. Элементарный участок пилы переменной толщины

ментных прорезей можно представить кольцевой зоной равномерной уменьшенной толщины, представляющей эквивалентное прорезям сопротивление распространению тепла в диске пилы.

Для выбора параметров диска дереворежущих пил во всех перечисленных случаях может потребоваться оценка кривой распределения температуры по радиусу. Поскольку процесс распространения тепла в твердом теле хорошо изучен, для этой оценки можно использовать теоретический подход.

Обоснование расчетной модели. В основе уравнения теплопроводности лежит баланс тепла для элементарного участка диска пилы переменной толщины. Диск пилы рассматриваем в полярных координатах r , φ (рис. 2). Тепло может поступать в элементарный участок и уходить из него: через границы с соседними участками

$$dQ_1 = -\lambda \frac{d\vartheta}{dr},$$

через боковые поверхности при конвективном теплообмене

$$dQ_2 = -2 \alpha r dr d\varphi,$$

где λ – удельная теплопроводность материала пилы, Вт/(м·К);

ϑ – избыточная температура пилы, $\vartheta = T - T_0$;

T и T_0 – температура пилы и окружающего воздуха, К;

α – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м²·К).

Большое влияние на распределение температуры по радиусу пилы оказывает коэффициент теплоотдачи α , поэтому необходимо учитывать его зависимость от радиуса пилы r . В работе [6] показано, что в пограничном слое воздуха, окружающего пилу, возможно как ламинарное, так и турбулентное его течение. По данным работы [3]

$$\alpha(r) = \frac{Nu \lambda_{\text{в}}}{r},$$

где Nu – критерий Нуссельта, $Nu = 0,36 Re^{0,5}$ – для ламинарного течения, $Nu = 0,0196 Re^{0,8}$ – для турбулентного течения;

Re – критерий Рейнольдса, $Re = \omega r^2 / \nu_{\text{в}}$; при $Re < 3 \cdot 10^5$ – режим ламинарный.

ω – угловая скорость пилы, с⁻¹;

$\nu_{\text{в}}$ – вязкость воздуха, м²/с;

$\lambda_{\text{в}}$ – коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/(м·К).

Закон изменения толщины представим произвольной функцией радиуса пилы $h = h(r)$. Баланс тепла для элементарного участка пилы дает уравнение теплопроводности

$$\frac{d^2\vartheta}{dr^2} + \left(\frac{1}{h} \frac{dh}{dr} + \frac{1}{r} \right) \frac{d\vartheta}{dr} - \frac{2\alpha\vartheta}{\lambda h} = 0. \quad (1)$$

Источник тепловой энергии – часть мощности резания, расходуемая на нагрев зубьев. По данным работы [6], она составляет от 1 до 6 % мощности резания. Поэтому граничным условием на внешнем радиусе диска будет условие равновесия подводимого тепла и тепла, уходящего в корпус пилы, а также тепла, уносимого конвективным теплообменом. На внутреннем радиусе пилы из-за большой теплоемкости зажимных шайб и пыльного вала избыточная температура равна нулю. С учетом изложенного граничные условия примут вид

$$\begin{aligned} \vartheta|_{r=r_0} &= 0 \\ q_w - \lambda \frac{d\vartheta}{dr} - \alpha_w \vartheta \Big|_{r=R} &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где r_0 , R – радиус зажимных шайб и внешний радиус диска пилы, м;

α_w – коэффициент конвективного теплообмена на внешнем радиусе пилы, Вт/(м²·К);

q_w – поверхностная плотность поступающего через внешнюю границу теплового потока, Вт/м².

Для решения уравнения (1) с граничными условиями (2) удобно использовать метод конечных разностей [4, 5]. Для этого радиус пилы делим на n участков при помощи $(n + 1)$ узлов ($i = 0, \dots, n$). Для каждого из узлов толщину пилы h_i и коэффициент теплоотдачи α_i считаем постоянными. Заменяя производные в уравнении (1) и граничных условиях (2) соответствующими разностными выражениями, получаем систему уравнений, результатом решения которой будут значения избыточной температуры пилы ϑ_i в узловых точках.

Примеры. Для изучения влияния формы радиального сечения пилы на распределение избыточной температуры по ее радиусу рассмотрим четыре примера. Во всех примерах использовали диск диаметром 400 мм, частота вращения которого составляла 2000 мин⁻¹. Диаметр зажимных шайб 100 мм. К внешнему контуру диска непрерывно подводили тепловую мощность 200 Вт. Диск № 1 конический, его толщина на радиусе зажимных шайб 3,2 мм, на внешнем радиусе – 1,2 мм. Диск № 2 имеет форму строгальной пилы, его толщина на радиусе зажимных шайб 1,2 мм, на внешнем радиусе – 3,2 мм. Диск № 3 имеет ступенчатую толщину: кольцевая зона, ограниченная диаметрами 255 и 285 мм, толщиной 0,5 мм, остальная пила толщиной 2,2 мм. Диск № 4 имеет равномерную толщину 2,2 мм.

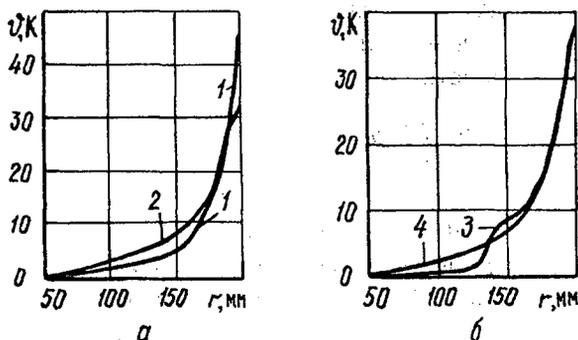


Рис. 3. Распределение температуры t по радиусу диска пилы r при различных законах изменения толщины: 1 – конический диск; 2 – строгальная пила; 3 – диск ступенчатой толщины; 4 – диск равномерной толщины

Удельную теплопроводность материала пилы λ принимали равной $47 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, вязкость воздуха $\nu_v = 1,561 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$. Количество узловых точек n для всех вариантов расчетов равно 200. Результаты расчетов приведены на рис. 3.

Таким образом, полученные результаты показывают, что закон изменения толщины диска оказывает существенное влияние на форму кривой распределения температуры по радиусу пилы. Это влияние необходимо учитывать при оценке работоспособности дисков пил неравномерной толщины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Грубе А.Э., Санев В.И., Пашков В.К. К вопросу о температурном поле дисков пил для продольной распиловки древесины // Лесн. журн. - 1966. - № 3. - С. 92-104. - (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Гуркин Г.С. Потеря устойчивости плоской формы равновесия пыльного диска при действии температурных напряжений // Лесн. журн. - 1959. - № 1. - С. 112-126. - (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Дорфман Л.А. Гидродинамическое сопротивление и теплоотдача вращающихся тел. - М.: Физматгиз, 1969. - 260 с. [4]. Дьяченко В.Ф. Основы вычислительной математики. - М.: Наука, 1972. - 120 с. [5]. Ершов С.В. О распределении температуры по радиусу круглой пилы // Лесн. журн. - 1992. - № 5. - С. 72-78. - (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Стахийев Ю.М. Работоспособность плоских круглых пил. - М.: Лесн. пром-сть, 1989. - 384 с. [7]. Стахийев Ю.М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил. - М.: Лесн. пром-сть, 1977. - 296 с.

Поступила 23 декабря 1998 г.

УДК 674.047

Я.И. СОКОЛОВСКИЙ, Б.П. ПОБЕРЕЙКО

Украинский государственный лесотехнический университет

Соколовский Ярослав Иванович окончил Национальный университет им. Т. Шевченко (г. Киев), кандидат физико-математических наук, докторант кафедры автоматизации производственных процессов электро- и теплотехники Украинского государственного лесотехнического университета. Имеет более 30 научных трудов в области механики композитных материалов.



Поберейко Богдан Петрович окончил Государственный университет им. И. Франко, аспирант кафедры автоматизации производственных процессов электро- и теплотехники Украинского государственного лесотехнического университета. Имеет около 10 научных трудов в области механики композитных материалов.



РАСЧЕТ НЕСТАЦИОНАРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ДРЕВЕСИНЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЛАГИ

Исследовано распределение напряжений в древесной пластине при воздействии влаги с учетом вязкоупругих свойств, реологическое соотношение для которых получено на основании применения принципа влажностно-временной аналогий.

The distribution of stress in the wood plate under the moisture impact has been investigated taking into account viscoelastic properties, the rheological ratio for them being obtained based on the moisture-time analogy use.

Важнейшей проблемой при изучении закономерностей технологических процессов сушки и тепловой обработки древесины является разработка методов расчета напряжений, вызванных наличием влаги. Она приводит к набуханию древесины и изменяет ее физико-механические свойства. В силу малости величины скорости диффузии влаги в полимерных материалах, к которым относится и древесина, изменение полей влажности и определяемых по ним влажностных напряжений носит нестационарный характер. Вследствие полимерной природы основных компонентов древесины проявляются ее реологические свойства. Можно считать, что продолжительность

сорбции влаги и выравнивание полей ее концентраций, как правило, сопоставимы с временем релаксации напряжений в древесных материалах. Важно также отметить, что увеличение влагосодержания ускоряет релаксационные процессы при гидротермической обработке древесины. Цель данной работы – исследование нестационарных влажностных напряжений в древесной пластине с учетом проявления ее вязкоупругих свойств.

В общем случае, согласно термодинамике необратимых процессов, строгая постановка задачи для нахождения полей влагосодержания U и температуры T при сушке и нагревании влажных тел связана с решением системы дифференциальных уравнений [3]. Применительно к неограниченной пластине их можно записать в следующем виде:

$$C\rho_0 \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial t} \right) + \varepsilon r \rho_0 \frac{\partial U}{\partial t}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(a_m \lambda \frac{\partial U}{\partial x} + a_m \delta \frac{\partial T}{\partial x} \right).$$

Коэффициенты влаго- и теплопереноса a_m , λ , δ зависят от влагосодержания и температуры так же, как и термодинамические характеристики C , r , ε .

Влияние взаимосвязи диффузии тепла и влаги на распределение напряжений в полимерной пластине рассмотрено в работе [6]. При малых значениях соотношения коэффициентов диффузии влаги и тепла эффектами, проявляющимися вследствие связи, можно пренебречь [8]. Такое допущение имеет место в случае низкотемпературного процесса при $W_n > W_{п.н}$ (W_n – начальная влажность, $W_{п.н}$ – предел насыщения клеточных стенок) с подвижными границами фазовых переходов на уровне $W = W_{п.н}$, а также в случае сушки древесины при $W < W_{п.н}$ для процессов, не сопровождаемых движением границ фазовых переходов. Поэтому термические эффекты, вызванные концентрационной диффузией влаги, исчезают практически мгновенно, и наоборот, в процессе теплопроводности перенос тепла осуществляется столь быстро, что связанное с ним движение влаги оказывается несущественным. Следовательно, система (1) может быть представлена в виде двух несвязанных уравнений:

$$\frac{\partial U(t,x)}{\partial t} = a_m \frac{\partial^2 U(t,x)}{\partial t^2}; \quad \frac{\partial T(t,x)}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T(t,x)}{\partial t^2}. \quad (2)$$

Так как в рассматриваемых случаях температурное поле практически стабильно $\left(\frac{\partial T}{\partial t} = 0, \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \right)$, то распределение влаги $U(t,x)$ определим из первого уравнения системы (2) при граничных условиях III рода:

$$a_m \frac{\partial U}{\partial x} = \alpha' (U_R - U_p), \quad (3)$$

где α – коэффициент влагообмена;
 U_R – влагосодержание поверхности;
 U_P – равновесное влагосодержание.

При граничных условиях (3) решение уравнения (2) имеет вид [5]:

$$U(t, x) = U_P + (U_H - U_P) \left(1 - \operatorname{erfc} \frac{1 - (x/R)}{2\sqrt{Fo}} + \exp \left(\operatorname{Bi} \left(1 - \frac{x}{R} \right) + \operatorname{Bi}^2 Fo \right) \operatorname{erfc} \left(\frac{1 - (x/R)}{2\sqrt{Fo}} + \operatorname{Bi} \sqrt{Fo} \right) - \operatorname{erfc} \frac{(1 - (x/R))}{2\sqrt{Fo}} + \exp \left(\operatorname{Bi} \left(1 + \frac{x}{R} \right) + (\operatorname{Bi})^2 Fo \right) \operatorname{erfc} \left(\frac{(1 + (x/R))}{2\sqrt{Fo}} + 2\operatorname{Bi} \sqrt{Fo} \right) \right),$$

где U_H – начальное влагосодержание;
 $\operatorname{erfc}(z)$ – дополнительный интеграл вероятности,

$$\operatorname{erfc}(z) = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-y^2} dy;$$

R – половина толщины пластины;
 Fo, Bi – критерии Фурье и Био,
 $Fo = a_m t / R^2; \operatorname{Bi} = \alpha' R / a_m$.

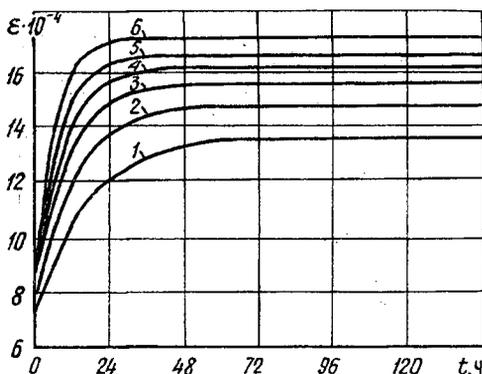
После определения влажностных полей перейдем к нахождению напряженно-деформируемого состояния древесной пластины, вызванного воздействием влаги при отсутствии внешних механических нагрузок. Примем, что пластина обладает свойствами линейной вязкоупругости с соблюдением влажностно-временной аналогии [2].

Для определения влажностных напряжений используем метод тонких сечений [10], согласно которому пластина делится на тонкие слои dx . Вязкоупругое деформирование слоев описывается линейным интегральным уравнением наследственного типа

$$\varepsilon_{ij}(t, x) = \int_0^t R_{ijkl} [t - \tau, U(\tau, t)] d\sigma_{kl}(\tau, x) + \beta_{ij} [U(t, x) - U_0], \quad (5)$$

где $\varepsilon_{ij}, \sigma_{kl}$ – тензоры деформаций и напряжений в слое;
 $R_{ijkl}(t, U)$ – функции ползучести;
 $R_{ijkl}(0, U)$ – тензор податливости, $R_{ijkl} = A_{ijkl}$.

Рис. 1. Кривые развития деформаций ползучести вдоль волокон древесины сосны при $\sigma = 0,11$ МПа в зависимости от влажности: 1 – $U = 10\%$; 2 – 15% ; 3 – 20% ; 4 – 25% ; 5 – 30% ; 6 – 40% (t – диапазон времени)



Для изотропного материала имеем

$$A_{iii} = E^{-1}; A_{ijj} = 2(1+\nu)/E; \beta_{ii} = \beta; \beta_{ij} = 0; R_{iii}(t, U) = R(t, U),$$

где E, ν – соответственно модуль упругости и коэффициенты Пуассона.

Важнейшим этапом при решении задачи является определение функции $R(t, U)$, которая описывает вязкоупругое поведение древесины в условиях влажностно-временных изменений деформируемости. Исходя из предположения, что древесная пластина – линейное вязкоупругое тело, используем метод влажностно-временной аналогии. Сущность этого метода состоит в том, что для прогнозирования длительной деформируемости при изменении фактора влажностно-механического нагружения f кривые вязкоупругой податливости смещаются вдоль логарифмической шкалы времени на величину $\ln a_f$, т.е. имеет место соотношение

$$R(\ln t, f) = R(\ln t + \ln a_f, f_0),$$

где f_0 – фактор влажности U_0 и напряжения σ в начальный момент времени.

Методом влажностно-временной аналогии исследованы экспериментальные кривые ползучести (рис. 1), полученные при одинаковом сжимающем напряжении $\sigma = 110 \text{ кг/см}^2$, постоянной температуре $T=20^\circ \text{C}$ и меняющемся дискретно с шагом 2,5 % поле влажности 10...40 % для древесины сосны. Для определения $\ln a_U(U)$ (где a_U – коэффициент влажностно-временной редукции) кривые ползучести переведены в полулогарифмические координаты $R(t) - \ln(t)$ (рис. 2). Базовую кривую выбираем при $U=U_0=10\%$. Измеряя расстояние между базовой кривой и кривой ползучести, соответствующей влажности U , получаем значения $\ln a_U$ в зависимости от U и U_0 . Используя метод наименьших квадратов, имеем

$$\ln a_U = \ln \left(\left(\frac{10}{U} \right)^{0,68} \frac{\ln(1 - E(U)/E_0) - \ln(1 - E(U_0))}{\ln(1 - E(U_0)/E_0) - \ln(1 - E(U_0))} \right), \quad (6)$$

где $E(U) = 0,6 + 1,63 \exp(-0,5\sqrt{U})$; $E_0 = 1,63$.

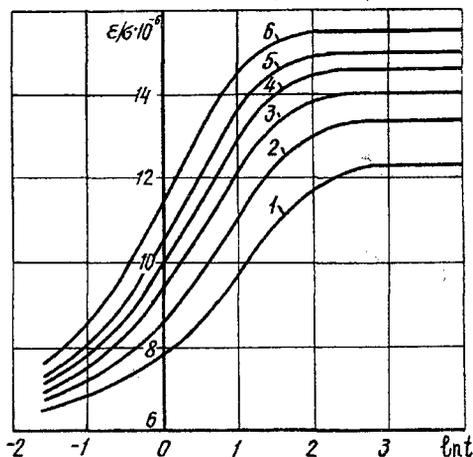


Рис. 2. Кривые вязкоупругой податливости в полулогарифмической шкале времени (см. обозначения кривых на рис. 1)

Ядро ползучести для сосны в зависимости от влажности U и времени t с учетом влажностно-временной аналогии

$$R(T_0, U, t) = R_0(U) + \frac{R(T_0, U_0)}{N} \left(N - \sum_{i=1}^N \exp\left(-\frac{ta_U}{\tau_i}\right) \right), \quad (7)$$

где $R_0(U)$ – мгновенная податливость;

$R(T_0, U_0)$ – равновесная податливость;

N – число членов релаксационного дискретного ряда $(1 - \exp(-ta_U / \tau_i))$;

τ_i – время релаксации.

Для оценки дискретных значений релаксационного спектра использована методика [4], основанная на графическом определении реологических коэффициентов, входящих в уравнение (7). Число дискретных значений времени релаксации выбираем в зависимости от точности аппроксимации кривой ползучести и продолжительность этого процесса. Сравнивая точность полученных экспериментальных данных с отклонениями расчетных кривых, получаем $N = 6$.

Исходя из того, что древесная пластина с неоднородным влажностным полем условно состоит из слоев dx с различающимися в каждый момент времени вязкоупругими свойствами, и учитывая условия равновесия и совместности деформаций

$$\frac{1}{n} \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_{ij}(t, x) dx = 0; \quad \varepsilon_{ij}(t, x) = \langle \varepsilon_{ij}(t, x) \rangle,$$

задачу вязкоупругости такой пластины можно привести к задаче упругости слоистой среды применением интегрального преобразования Лапласа. Решение для напряжений в пространстве изображений имеет вид

$$\bar{\sigma}_x(p, x) = \bar{\sigma}_y(p, x) = p \left(C_{xxxx}(p) + C_{xxyy}(p) - 2 \frac{\bar{C}_{xxyy}(p)}{C_{xxxx}(p)} \right) \times \\ \times \beta(U(\dot{p}) - U(p, z)); \quad \bar{\sigma}_z(p, z) = 0, \quad (8)$$

где $p \bar{C}_{ijkl} = C_{ijkl} - \bar{K}_{ijkl}(p)$;

$$\bar{C}_{ijkl} = p^{-2} \bar{R}_{ijkl}(p);$$

$$\langle U(p) \rangle = \frac{1}{h} \int_{h/2}^{h/2} U(p, z) dz;$$

C_{ijkl} – тензор жесткости материала;

K_{ijkl} – тензор револьвенты ядра ползучести;

p – параметр преобразования по Лапласу.

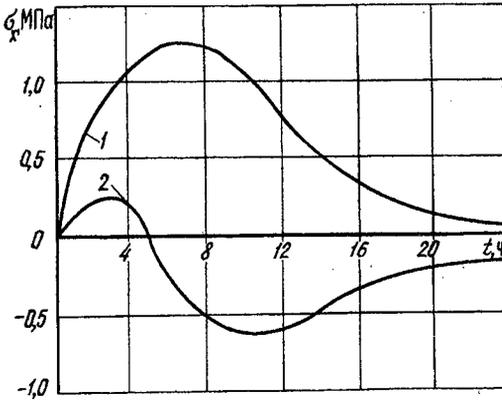


Рис. 3. Распределение напряжений в пластине: 1 — поверхностный слой; 2 — в сечении $z/h = 0,8$ (h — толщина пластины).

При нахождении значений функций оригиналов численным обращением преобразования Лапласа использовали алгоритм, предложенный в работе [7]. Его апробацию предварительно проводили при определении влажностных полей $U(t,z)$ по формулам (4). Сравнивая результаты аналитических [3] и численных значений $U(t,z)$ при представляющих практический интерес диапазонах времени t , получаем погрешность, не превышающую 5 %.

На рис. 3 приведены графические зависимости изменения напряжений σ_x во времени в сечениях пластины. В поверхностном слое пластины (кривая 1) влажностные напряжения являются растягивающими. При этом на начальной стадии увеличиваются, достигая максимума, затем монотонно уменьшаются. Постепенное продвижение диффундирующей влаги вызывает в некоторых сечениях пластины изменение напряжений, сопровождающееся сменой их знака. Например, в сечении $z/h = 0,8$ (h — толщина пластины, кривая 2) сначала возникают и потом увеличиваются растягивающие напряжения, в дальнейшем они уменьшаются до нуля, и появляются напряжения сжатия. Сжимающие напряжения увеличиваются, достигая максимального уровня, после чего постепенно уменьшаются.

Таким образом, полученные результаты позволяют судить о достаточно сложном характере изменения полей напряжений, вызываемых диффузией влаги в материале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Билей П.В. Сушка древесины твердых лиственных пород. - М.: Экология, 1992. - 224 с. [2]. Ильюшин А.А., Победря Б.Е. Основы математической теории термовязкоупругости. - М.: Наука, 1970.-231 с. [3]. Лыков А.Е Теория сушки. - М.: Энергия, 1968. - 471 с. [4]. Малмейстер А.К., Тамуж В.П., Тетерс Г.А. Сопротивление жестких полимерных материалов. - Рига: Зинатне, 1972. - 500 с. [5]. Уголев Б.Н., Лапшин Ю.Г., Кротов Е.В. Контроль напряжений при сушке древесины - М.: Лесн. пром-сть, 1980. - 208 с. [6]. Хартраф Р., Си Д. Влияние связанности процессов диффузии тепла и влаги на напряженное состояние пластины // Механика композитных материалов. - 1980.

- № 1. - С.53-61. [7]. Штраус В. Д. Вычисление временных функций наследственности путем применения обратного преобразования Лапласа // Механика композитных материалов. - 1980. - № 1. - С. 148-152. [8]. Шубин Г. С. Физические основы и расчет процессов сушки древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1973. - 248 с. [9]. Plume, Maksimov R.D. Nonstationary stresses in polymer plumes affected by moisture concentration // Mech. of Composite Materials. - 1992. - N 2. - P.172-178. [10]. Shaffer D. W. Elasto-plastic stress distribution within reinforced plastics loaded normal to its internal filaments // AIAA J. - 1968. - Vol.6; N 12. - P. 2316-2324.
-

Поступила 3 июня 1996 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.1.022.1:668.743.54.

*А.В. ВУРАСКО, С.Г. АНТОНЕНКОВА, А.Я. АГЕЕВ,
С.Ю. МЕНЬШИКОВ, Л.А. ПЕТРОВ*

Уральская государственная лесотехническая академия
Институт органического синтеза УрО РАН



Вураско Алеся Валерьевна родилась в 1965 г., окончила в 1988 г. Уральский лесотехнический институт, научный сотрудник Института органического синтеза УрО РАН. Имеет более 30 печатных трудов в области каталитического окисления органических соединений и каталитической варки древесины.



Агеев Аркадий Яковлевич родился в 1934 г., окончил в 1966 г. Уральский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, чл.-кор. Уральского отделения наук о лесе АЕН, заведующий кафедрой химии древесины и технологии ЦБП Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет более 150 печатных трудов в области реологии волокнистых суспензий, теории и технологии бумагоподобных материалов.



Меньшиков Сергей Юрьевич родился в 1958 г., окончил в 1980 г. Уральский государственный университет, научный сотрудник Института органического синтеза УрО РАН. Имеет около 40 печатных трудов в области каталитического окисления органических соединений.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСПЕРСИИ АНТРАХИНОНА ДЛЯ НАТРОННЫХ ВАРОВ СОЛОМЫ ХЛЕБНЫХ ЗЛАКОВ

Сопоставлены результаты натронных варок соломы с дисперсией антрахинона, порошкообразным антрахиноном и без него. Установлено, что применение дисперсии антрахинона способствует увеличению выхода целлюлозной массы и снижению ее жесткости.

The results of straw soda pulping with anthraquinone dispersion, powder anthraquinone and without it are compared. It has been revealed that the use of anthraquinone dispersion contributes to increasing the pulp yield and its hardness reduction.

В настоящее время в связи с необходимостью рационального использования природных ресурсов представляет научный и практический интерес каталитические варки целлюлозы не только из древесного сырья, но и из ежегодно возобновляемого недревесного сырья – соломы хлебных злаков, большое количество которой (от 1,0 до 3,0 т/га) остается на полях [1].

Применение антрахинона в качестве катализатора делигнификации позволяет без существенных капитальных затрат повысить выход и качество соломенной целлюлозы, заменить сульфатную варку натронной с сохранением высокого качества целлюлозы и исключить из варочного процесса сернистые соединения, являющиеся основным источником загрязнения атмосферы меркаптановыми соединениями. Основываясь на литературных данных [4–7], необходимо отметить возникновение технологических сложностей при приготовлении, дозировании и подаче катализатора в варочный процесс.

Нами разработан способ подачи катализатора в варочную систему в виде устойчивой дисперсии.

Модификация частиц антрахинона поверхностно-активными веществами (ПАВ) перед подачей в варочный процесс способствует их гидрофиллизации и исключает комкование, наблюдающееся при вводе катализатора традиционным способом.

Для приготовления устойчивой дисперсии катализатора в качестве ПАВ использовали лигносульфонаты Камского ЦБК (молекулярная масса 22 000 ... 40 000) в количестве 0,5; 1,0; 1,5 мас. % к абс. сухому антрахинону и ОП-10 (олигомер оксида этилена) в количестве 1,0; 2,5; 5,0 мас. % к абс. сухому антрахинону.

Установлено, что при использовании ОП-10 процесс гидрофиллизации частиц антрахинона протекает быстрее, при этом получены наиболее устойчивые дисперсные системы. Поэтому для дальнейших исследований применяли ОП-10 в количестве 2,5 %.

Навеску ПАВ помещали в колбу, добавляли 10 мл дистиллированной воды и перемешивали с помощью магнитной мешалки до растворения, затем вносили предварительно измельченный антрахинон (размер частиц $6 \cdot 10^{-3}$ мм) и вновь перемешивали до образования устойчивой дисперсии. Готовую дисперсию вводили в щелок для варки.

Реологические свойства дисперсии исследовали на ротационном вискозиметре «Реостат-2» и самопишущем потенциометре КСП-4 по методике [2].

Натронную варку пшеничной и ячменной соломы проводили при следующих условиях: расход активной щелочи (ед. Na_2O) от 10 до 20 % к

Таблица 1

Химический состав соломы хлебных злаков

Компоненты	Массовая доля компонентов в соломе, % от абс. сухого материала	
	пшеничной	ячменной
Целлюлоза	34,82	43,11
Лигнин	24,48	17,90
Петозаны	18,98	18,96
Зола	5,51	6,98
Растворимые в воде компоненты	12,90	12,75

абс. сухой соломе; гидромодуль 1:5; максимальная температура 155 °С; продолжительность 60 мин; расход катализатора (антрахинона) 0,1 % к абс. сухой соломе.

Сырье анализировали по стандартным методикам [3], его состав представлен в табл. 1.

Приведенные в работе средние величины показателей получены методом округления. Показатель точности составил 7 %. Результаты испытаний статистически обработаны с помощью ЭВМ

Результаты варок представлены на рисунке.

Как видно из рисунка а, применение антрахинона в количестве 0,1 % к абс. сухой соломе позволяет повысить выход целлюлозы из пшеничной соломы на 2,1 ... 7,5 % при одной и той же степени провара по сравнению с варкой без катализатора и снизить степень провара на 1,0 ... 2,0 %.

При увеличении расхода активной щелочи наблюдается заметное (на 7,5 %) снижение выхода целлюлозы в случае варки без катализатора, при варке с катализатором выход снижается незначительно (на 2,1 %). Этот эффект объясняется тем, что при использовании антрахинона разрушается в среднем 0,6 % целлюлозы на 1 % удаленного лигнина, а при варке без катализатора – 1,3 %.



Зависимость выхода (1, 2) и степени провара (3, 4) технической целлюлозы из пшеничной (а) и ячменной (б) соломы от расхода активной щелочи: 1, 4 – варка с антрахиноном; 2, 3 – без антрахинона

Таблица 2

Показатели физико-механических свойств ячменной целлюлозы

Показатели	Численные значения показателей при расходе активной щелочи, % от абс. сухой соломы			
	12	14	16	18
Разрывная длина, м	6300	6200	5500	5300
	7200	6500	6400	6300
Сопротивление: продавливанию, КПа	153	136	139	138
	162	158	170	160
раздиранию, мН	1058	784	784	745
	588	980	980	1011

Примечание. В числителе приведены данные для варок без катализатора, в знаменателе – с добавкой 0,1 % антрахинона к абс. сухой соломе.

На рисунке б видно, что добавка антрахинона увеличивает выход целлюлозы из ячменной соломы на 3,8 ... 4,5 % по сравнению с варкой без катализатора. Степень провара при антрахиноновой варке на 0,4 % ниже, чем без него.

Анализ рисунков а и б показал, что при увеличении расхода активной щелочи от 10 до 12 % выход целлюлозы практически не меняется, дальнейшее увеличение расхода плавно снижает выход. С уменьшением расхода активной щелочи избирательность процесса возрастает: на 1 % растворенного лигнина теряется меньше углеводов, что справедливо как для варки с антрахиноном, так и без него.

При сравнении варок пшеничной и ячменной соломы следует отметить, что выход целлюлозы из пшеничной соломы превышает выход из ячменной соломы. Вероятно, сказывается химический состав исходного сырья.

Из предварительно размолотой до 30 °ШР ячменной целлюлозы были приготовлены опытные образцы отливок с поверхностной плотностью 75 г/м². У образцов определен ряд показателей физико-механических свойств с целью исследовать влияние расхода активной щелочи и добавки катализатора на бумагообразующие свойства целлюлозы. Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Как видно из полученных результатов, с увеличением расхода активной щелочи показатели механической прочности образцов от варки без катализатора снижаются, при варке с антрахиноном увеличивается сопротивление раздиранию и продавливанию.

Таким образом, применение дисперсии антрахинона при натронной варке соломы хлебных злаков способствует повышению выхода технической целлюлозы при сохранении степени провара, улучшает физико-механические показатели. Эффект от применения антрахинона для пшеничной соломы выше, чем для ячменной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Антоненкова С.Г., Агеев А.Я., Ростова Н.В. Отходы сельского хозяйства – сырье для получения волокнистых полуфабрикатов // Тез. докл. науч.-практ. семинара на международной выставке «Уралэкология-98», 9-10 апреля 1998 г. - С. 89. [2]. Использование ПАВ для ввода антрахинонсодержащих катализаторов в варочный процесс / А.В. Вураско, Е.А. Мозырева, А.Я. Агеев и др. // Лесн. журн. - 1996. - № 1-2 - С. 35-38. - (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Практические работы по химии древесины / А.В. Оболенская, В.П. Щеголев, Г.Л. Аким и др. - М.: Экология, 1965. - 412 с. [4]. Разработка технологии сульфатной варки с использованием антрахинона / И.С. Иванова, Л.А. Василенко, А.И. Александрович и др. // Целлюлоза, бумага и картон: Экспресс-информ. / ВНИПИЭлеспром. - 1990. - Вып.20. - С.2.-17. [5]. Лигнфут В.И. New catalyst improves polysulfide liguor mekeup, oxihygen delignification // Pulp and Pap. - 1990. - Vol. 64, N 1. - С.88. - 93. [6]. Pat. DE 3905311.3A1,ФРГ. Anthraquinone.Tensid Gemische, ihre Herstellung und Verwendung /Н. Blank. - Anm. 21.02.89; Off 23.08.90. [7]. Шторгард - Инвалл Карола, Диммель Д.Р. Dissolving reations of anthraquinone at high temperature // J. Wood Cim. and Technol. - 1986. - Vol. 6, N 3. - P.367 - 388.

Поступила 17 декабря 1998 г.

УДК 630*813.11

Ю.Г. ХАБАРОВ, Л.В. ГЕРАСИМОВА

Архангельский государственный технический университет



Хабаров Юрий Германович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Архангельский лесотехнический университет, кандидат химических наук, профессор кафедры технологии ЦБП Архангельского государственного технического университета. Имеет более 70 печатных трудов в области химической переработки древесины.

МОДИФИКАЦИЯ ЛИГНИНОВ ПУТЕМ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО РАДИКАЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ. 3.ПОВЕДЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ ФЕРРИЦИАНИДОМ КАЛИЯ

Изучено поведение фенольных соединений в условиях окислительного сочетания методом потенциометрического титрования. Выявлено, что фенольные соединения в зависимости от их структуры по-разному ведут себя в условиях реакции.

The behavior of phenolic compounds has been studied in the conditions of oxidative linking by the method of potentiometric titration. It has been found out that phenolic compounds behave themselves differently in the reaction conditions depending on its structure.

При взаимодействии лигнина с феррицианидом калия (ФЦК) в присутствии модифицирующих добавок, фенолов, характер образующихся продуктов зависит от их природы. В данной работе рассмотрено поведение фенольных соединений при реакции окисления феррицианидом калия.

Модификация лигнина фенолами с помощью радикального сочетания (под действием ФЦК) является окислительно-восстановительным процессом. Поэтому в качестве метода исследования было использовано потенциометрическое титрование.

Контроль за процессом потенциометрического титрования осуществляли с помощью универсального иономера ЭВ-74 с измерительным платиновым и вспомогательным хлорсеребряным электродами. Исследованы следующие фенолы: фенол, 2-нитрофенол, гидрохинон, резорцин, пирокатехин, ванилин, ванилиновый спирт, гваякол, *n*-крезол. Титрование фенолов проводили в присутствии добавок NaOH (0, 50, 100, 200, 300, 400 % к навеске фенольного соединения). Титрант – водный раствор ФЦК.

В стакан для титрования вносили 15...25 мг фенольного соединения, заданное количество NaOH и 70 мл дистиллированной воды. Содержимое стакана перемешивали на магнитной мешалке и титровали водным раствором ФЦК при комнатной температуре. Для некоторых фенольных соединений потенциометрическое титрование проводили в 0,1 н растворе NaOH. Нерастворимые в воде фенольные соединения первоначально растворяли в небольшом количестве этанола.

Точку эквивалентности на кривой потенциометрического титрования определяли с помощью ЭВМ по программе, которая проводит численное дифференцирование кривых титрования.

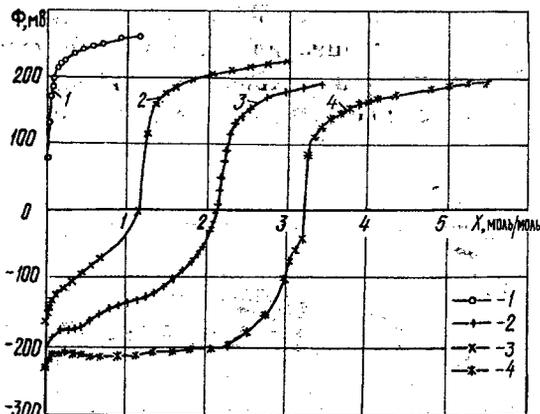


Рис. 1. Кривые потенциометрического титрования гидрохинона в присутствии различного количества NaOH: 1 – 0 %, 2 – 50, 3 – 100, 4 – 200 % (X – расход ФЦК, моль/моль гидрохинона)

* Хабаров Ю.Г., Герасимова Л.В. Модификация лигнинов путем окислительного радикального сочетания. 1. Механизм реакции модификации // Лесн. журн. - 1997. - № 6. - С. 102 - 106. - (Изв. высш. учеб. заведений).

Результаты потенциометрического титрования показали, что изученные соединения по характеру кривых титрования можно разделить на две группы.

У соединений первой группы (гваякол, двухатомные фенолы, ванилиновый спирт) на кривых титрования имеется четко выраженный скачок потенциала Φ (рис. 1). У соединений второй группы (фенол, *n*-крезол, 2-нитрофенол) этот скачок отмечен при добавлении первой порции титранта (рис. 2).

Эти две группы соединений различаются не только характером кривых, но и поведением в условиях титрования. Соединения второй группы титруются хорошо, после добавления новых порций титранта потенциал устанавливается быстро. У соединений первой группы этот процесс идет очень медленно. По-видимому, процессы превращения образующихся при одноэлектронном окислении свободных радикалов растянуты во времени.

Анализ электронной структуры соединений первой группы показал, что все они, кроме фенольного гидроксила, имеют сильную электронодонорную группу (метокси-группу или вторую фенольную гидроксильную группу). Вещества второй группы содержат сильные электроноакцепторные нитро- и формильную группы, а также слабые электронодонорные метильную или гидроксиметильную группы.

Положение точки эквивалентности, т. е. расход ФЦК, одноэлектронного окислителя, на кривых титрования для соединений первой группы очень сильно зависит от количества щелочи. Для соединений второй группы положение точки эквивалентности практически не зависит от расхода щелочи. Мольное соотношение в точках эквивалентности не превышает 0,15 моля феррицианида на 1 моль фенола. Поведение этих соединений в условиях потенциометрического титрования таково, как если бы эти соединения совсем не взаимодействовали с ФЦК.

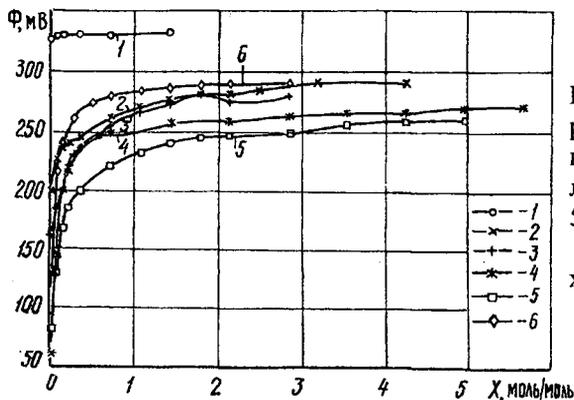


Рис. 2. Кривые потенциометрического титрования фенола в присутствии различного количества NaOH: 1 - 0 %, 2 - 50, 3 - 100, 4 - 200, 5 - 300, 6 - 400 % (X - расход ФЦК, моль/моль фенола)

Результаты потенциометрического титрования фенолов водным раствором ФЦК

Исследуемое вещество	Расход ФЦК, моль/моль вещества, при добавке NaOH, % от массы вещества					
	0	50	100	200	300	400
Фенол	0,027	0,018	0,024	0,027	0,028	0,027
2-Нитрофенол	0,028	0,034	0,022	0,011	0,008	0,007
<i>n</i> -Крезол	0,060	0,116	0,113	0,086	-	0,146
Ванилин	0,256	0,064	0,026	0,000	0,038	0,029
Ванилиновый спирт	0,728	1,454	1,625	1,611	1,568	-
Резорцин	0,236	0,744	1,985	2,528	2,844	-
Пикрокатехин	0,037	1,034	2,216	3,805	-	-
Гидрохинон	0,082	1,200	2,217	3,245	-	-
Гваякол	0,298	1,083	1,920	2,712	2,786	2,965
Сульфатный лигнин	0,587	0,791	1,064	1,242	1,373	-

Как видно из таблицы, у первой группы соединений мольное соотношение в точках эквивалентности более чем на порядок выше. Самые большие мольные соотношения определены для пикрокатехина и гидрохинона, при окислении которых можно ожидать образования хинонных форм. Несколько меньшие и примерно одинаковые мольные соотношения отмечены для резорцина и гваякола.

Потенциометрическое титрование сульфатного лигнина показало, что он может быть отнесен к соединениям первой группы. Мольное соотношение для сульфатного лигнина примерно в 2 раза меньше, чем для соединений первой группы, и оно в меньшей степени зависит от расхода гидроксида натрия.

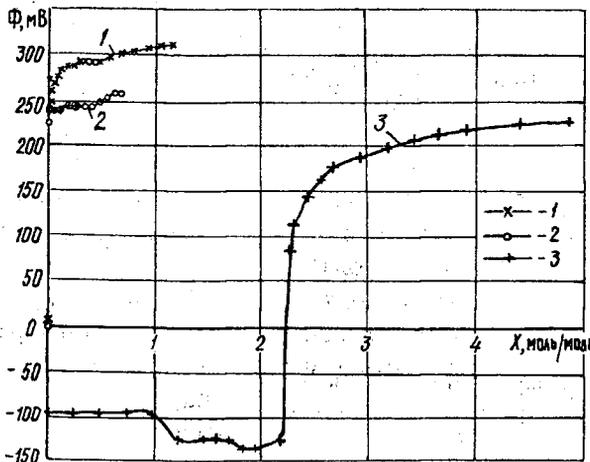


Рис. 3. Кривые потенциометрического титрования фенолов в присутствии NaOH: 1 — ванилин; 2 — фенол; 3 — ванилиновый спирт (X — расход ФЦК, моль/моль фенольного соединения)

Дополнительно было проведено титрование (рис. 3) ряда соединений первой и второй групп при большом избытке 0,1 н раствора NaOH (расход NaOH в 14 раз превышает расход титруемого фенола). И в этих условиях картина титрования остается неизменной: для соединений первой группы расход ФЦК стал еще больше, на кривых титрования соединений второй группы скачков потенциала не отмечено.

Свободные радикалы, образующиеся при взаимодействии с ФЦК, являются электронодефицитными реакционноспособными частицами, которые вступают в дальнейшие превращения за счет взаимодействия с другим свободным радикалом, реакции свободного радикала с какой-либо электронодонорной молекулой или частицей и реакции отщепления слабосвязанных атомов.

Скорости этих процессов зависят от реакционной способности свободных радикалов.

Радикалы являются электронодефицитными частицами, в которых неспаренный электрон за счет сопряжения делокализован по ароматическому ядру. В соединениях первой группы вторая функциональная группа (сильный электронодонор) способна в какой-то мере компенсировать недостаток электронной плотности, что делает радикал более устойчивым.

Электроноакцепторная (или слабая электронодонорная) группа не компенсирует, а, наоборот, усиливает недостаток электронной плотности. Реакционная способность такого радикала будет повышаться. Реакции с его участием будут проходить быстрее, и поэтому потенциал, измеряемый индифферентным платиновым электродом, будет устанавливаться быстрее.

Большой (более 3 молей на 1 моль фенола) расход ФЦК при титровании соединений первой группы трудно интерпретировать с точки зрения их функциональности. Это явление можно объяснить тем, что при взаимодействии свободных радикалов происходит усложнение молекул окисляемого вещества. При образовании углерод-углеродных связей фенольные группы остаются в неизменном виде, т. е. эти вещества будут также способны взаимодействовать с ФЦК, увеличивая расход титранта на одну молекулу исходного фенола. Образование простых эфирных связей будет приводить к постепенному уменьшению реакционной способности продукта реакции.

На рис. 4 приведены кривые потенциометрического титрования ванилина и ванилинового спирта, трехфункциональных соединений. Оказалось, что ванилиновый спирт ведет себя как соединение первой группы, а ванилин – как соединение второй группы. Оба соединения имеют по две сильные электронодонорные группы ($-\text{OH}$, $-\text{OCH}_3$), следовательно различный характер кривых титрования этих соединений связан со свойствами третьей группы. Альдегидная группа – сильный электроноакцептор, а гидроксиметильная группа такими свойствами не обладает.

Увеличение расхода NaOH в условиях титрования ванилина приводит к уменьшению расхода титранта в точке эквивалентности. Такой характер кривой, по-видимому, можно объяснить тем, что у ванилина имеется возможность для сопряжения неподеленной электронной пары атома кислорода фенольного гидроксила с кислородом альдегидной группы. При увеличении расхода NaOH возрастает степень ионизации фенольной гидроксильной группы. У образующегося аниона степень сопряжения

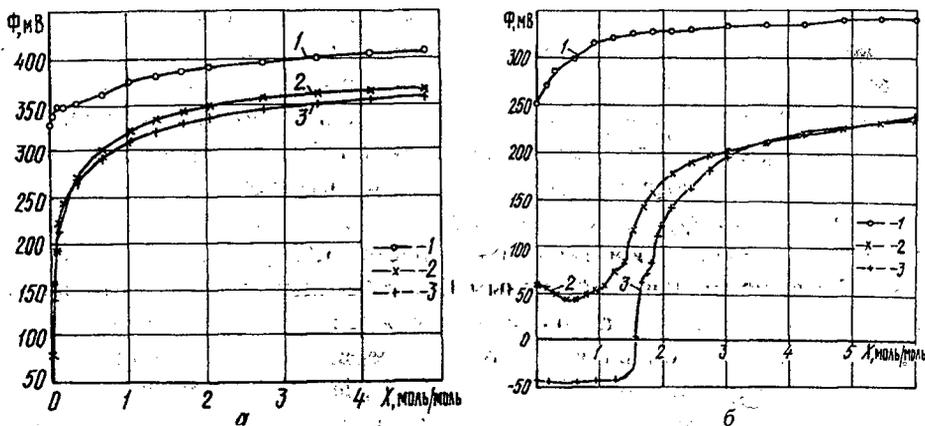


Рис. 4. Кривые потенциметрического титрования ванилина (а) и ванилинового спирта (б) в присутствии различного количества NaOH: 1 – 0, 2 – 50, 3 – 300 % (X – расход ФЦК, моль/моль ванилинового спирта или ванилина)

неподеленной электронной пары очень большая, и поэтому окисление ванилина затруднено.

Ванилиновый спирт содержит бензильную спиртовую группу. Известно, что бензиловые спирты являются очень реакционноспособными соединениями и могут легко окисляться.

Таким образом, все исследованные нами фенольные вещества по отношению их к ФЦК четко разделяются на две группы. К первой из них относятся соединения, содержащие электронодонорные группы, ко второй – либо сильные электроноакцепторные группы, либо слабые электронодонорные. Сульфатный лигнин по отношению к ФЦК проявляет себя как соединение первой группы.

Поступила 28 сентября 1999 г.

УДК 547:541.427

В.Н. ПИЯЛКИН, Е.А. ЦЫГАНОВ, В.А. ФЕДОРОВ

С.-Петербургская государственная лесотехническая академия

РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ УГЛЕЙ ИЗ КОРЫ ЕЛИ

Определена температурная зависимость скорости активации угля из коры ели диоксидом углерода; показано двукратное увеличение интенсивности процесса по сравнению с углем из березовой древесины при температуре 740 ... 800 °С.

The temperature dependence of coal activation speed from spruce bark by carbon dioxide is determined. The double increase of process intensity in comparison with coal from birch wood at temperature ranging from 740 to 800°C is shown.

Реакционная способность высокоуглерожженных материалов обычно определяется по характеру их взаимодействия с диоксидом углерода [7]. В свою очередь кинетические характеристики суммарной реакции углерода с CO_2 и ее отдельных стадий имеют различную зависимость от концентрации газового реагента, температуры реакционной зоны и других условий эксперимента. Так, даже в тщательно выполненных работах [5, 6], где процесс активации диффузионно не искажался, для реакций типа $\text{C}_{\text{тв}} - \text{CO}_2$ газ разброс значений энергии активации колеблется от 195 до 403 кДж/моль.

Согласно имеющимся данным [2], действительную величину энергии активации экспериментально можно определить только при низких или высоких температурах, а в промежуточном интервале для этой цели используют так называемый температурный коэффициент. Считается, что константу скорости реакции удобнее определять в интервале высоких температур, так как в случае низких температур необходимо заранее знать внутреннюю реакционную поверхность.

Следует отметить, что даже при относительно низких температурах не всегда удается четко выделить чисто кинетическую область. Учитывая, что исходный уголь-сырец из растительного сырья уже обладает развитой внутренней поверхностью, по-видимому, рассуждать о кинетическом режиме в данном случае некорректно.

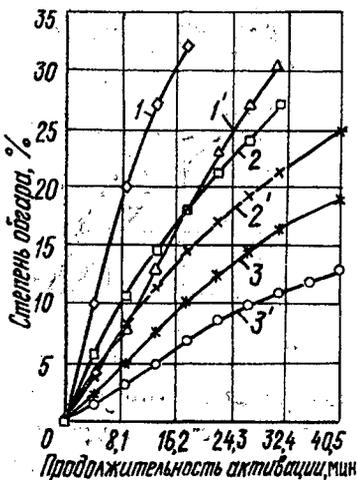
В целом, несмотря на различия в применяемых методиках, принято считать, что суммарная скорость реакций с повышением температуры проходит через максимум, а кажущийся порядок реакций в интервале температур 900 ... 1200 °С соответствует единице.

Ранее проведенные исследования также указывают, что по температурной зависимости скорости реагирования угля с газовым реагентом можно найти только кажущуюся энергию активации, значение которой будет ниже истинной. Поэтому, ввиду сложной интерпретации предполагаемых результатов эксперимента, важно расширить исследуемый диапазон температур с целью определить скорость потери массы углей в окислительной среде. В свою очередь, знание кинетических характеристик угля из еловой коры в реакции с диоксидом углерода позволяет более четко определять необходимые технологические параметры парогазовой активации при производстве нового типа органоминерального сорбента.

В экспериментальной части работы использовали угли из древесины березы и коры ели (фракция 5 ... 10 мм, влажность 11,5 %), полученные на лабораторной установке с внешним электрообогревом (емкость реторты 500 см³, скорость подъема температуры 9,8 °С/мин, конечная температура пиролиза 600 °С, продолжительность прокаливания угля 60 мин).

Реакционную способность углей определяли гравиметрическим методом на дериватографе модели ОД-102 при температуре 700, 740, 760, 800 и 1000 °С с расходом углекислого газа 420 мл/мин. Для анализа использовали фракции углей с размерами частиц 0,300 ... 0,385 мм. Навеску исследуемого угля в количестве примерно 100 мг помещали тонким слоем на поверхность платинового держателя и нагревали в потоке гелия до заданной

Рис. 1. Влияние продолжительности активации на степень обгара углей из коры ели (1 - 3) и древесины березы (1'-3') при различной температуре: 1, 1' - 800 °С; 2, 2' - 760; 3, 3' - 740 °С



температуры. Затем включали систему регистрации изменения массы образца и подачу 100 %-го диоксида углерода по газоподводящей линии.

Предварительно определенные на приборе ПСХ-2 удельные поверхности исходных образцов углей из древесины березы и коры ели составляли соответственно 0,25 и 0,33 м²/г.

Кинетические кривые активации представлены на рис. 1, в таблице приведены значения коэффициентов скоростей потери массы с учетом удельной поверхности образцов. Следует отметить, что для получения достоверных результатов расчет скорости потери массы производили на участках графика, относящихся к первым 10 % обгара.

Уголь	Коэффициент скорости потери массы углей $k \cdot 10^{-6}$, мг/(с · см ²), при температуре активации, °С				
	700	740	760	800	1000
Из березовой древесины ($A^p=1,84\%$, $C^{пл}=91,24\%$)	3,7	8,3	27,9	62,6	828,6
Из еловой коры ($A^p=9,46\%$, $C^{пл}=87,14\%$)	4,9	32,4	62,1	126,6	760,3

Константы скорости активации K_a рассчитывали по уравнению Арениуса, результаты представлены на рис. 2.

Экспериментальные данные убедительно показывают, что полученный нами уголь из еловой коры в области температур 740 ... 800 °С обладает повышенной реакционной способностью по сравнению с обычным углем, что может быть обусловлено как его структурой, так и повышенным содержанием в нем минеральных компонентов.

Полученные на приборе ПСХ-2 удельные поверхности позволяют оценить в основном только внешнюю (образующую) поверхность частиц образцов, в которую не входит поверхность, обусловленная открытой по-

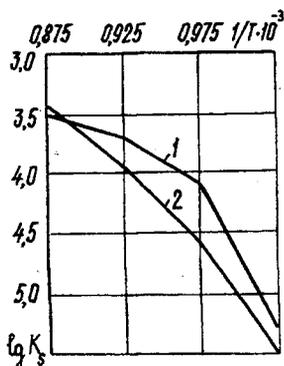


Рис. 2. Зависимость константы скорости активации K_s от температуры T : 1 – уголь из коры ели, 2 – уголь из древесины березы

ристостью углей. Поэтому в области $1000\text{ }^\circ\text{C}$, где кинетика активации в основном определяется диффузией реагента, скорости реакций газификации для исследуемых образцов углей практически сопоставимы. Положительное влияние карбонатов и оксидов щелочных металлов на интенсификацию процесса газификации углерода доказана неоднократно [1, 3, 4, 8], можно также предположить наличие подобного эффекта и для соединений Ca и Mg, которые являются основными ингредиентами минеральной части углей коры ели.

Выводы

1. В интервале температур $740 \dots 800\text{ }^\circ\text{C}$ скорость активации углей из еловой коры в 2 раза выше, чем для углей из березовой древесины.
2. Для практических расчетов процесса активации более предпочтительно использовать коэффициент скорости реакции, а не константу скорости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Богданович Н.И. Пиролиз технических лигнинов // Лесн. журн.-1998. - № 2-3. - С.120-132. (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. - М.: Химия, 1984. - 216 с. [3]. Кислицын А.Н. Пиролиз древесины. Химизм, кинетика, продукты, новые процессы // М.: Лесн. пром-сть, 1990. - С. 217-255. [4]. Кузнецов Б.Н., Кузнецова С.А. Катализ в процессах химической переработки древесины // Химия древесины. - 1988. - № 5. - С. 3-36. [5]. Лавров Н.В. Физико-химические основы процесса горения топлива. - М.: Наука, 1971. - 228 с. [6]. Рогайлин М.И. Реакционно-кинетические свойства углерода при его взаимодействии с водяным паром. - М.: Наука, 1962. - 119 с. [7]. Родькин С.П., Зорин А.Т. Дериватографический метод исследования коксов в окислительной среде // Кокс и химия. - 1984. - № 7. - С. 22-25. [8]. Pange A.R. Catalytic gasification of active charcoal by carbon dioxide: influence of tupe of catalist and carbon particle size // Fuel. - 1992. - Vol .71, N 11. - P. 1299-1302.

УДК 577.472

К.Г. БОГОЛИЦЫН, О.В. БОГДАНЧИКОВА

Архангельский государственный технический университет



Боголицын Константин Григорьевич родился в 1949 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой физической и коллоидной химии Архангельского государственного технического университета, директор Научно-исследовательского института химии и химической технологии при АГТУ, член-корреспондент РИА и РАИН. Имеет более 200 научных трудов в области разработки физико-химических основ процессов переработки древесины.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В ВОДЕ УСТЬЯ р. СЕВЕРНАЯ ДВИНА

Предложены математические модели, характеризующие изменение растворенного кислорода и химического потребления кислорода в устье р. Северная Двина; разработаны методики оценки этих показателей.

The mathematical models are offered, specifying the change of solute oxygen and chemical consumption of oxygen in the entry of the Northern Dvina River.

Контроль за содержанием растворенного кислорода в водоемах является одной из наиболее актуальных экологических проблем, в том числе и для вод устья р. Северная Двина. Сточные воды Архангельского ЦБК, оказывающего основное техногенное воздействие на экологическое состояние водной среды в районе г. Архангельска, служат главной причиной загрязнения поверхностных вод дельты легко- и трудноокисляемыми органическими веществами. Нередко их концентрация в устьевой области превышает ПДК в несколько раз. Именно поэтому моделирование и анализ окислительных процессов, протекающих с использованием растворенного кислорода, представляет особый интерес.

Традиционно принято считать, что биохимическое потребление кислорода (БПК) – основная причина уменьшения содержания растворенного кислорода (РК) в воде и, следовательно, ухудшения ее качества. В силу важности взаимосвязи между этими показателями предложено использовать различные РК–БПК модели.

Решающее влияние на изучение взаимосвязи РК и БПК оказало классическое исследование Стритера и Фелпса [5], которые предположили, что

баланс между РК и БПК зависит только от двух процессов – реаэрации потока и потребления РК на биохимическое окисление:

$$S_1 = K_1 (C_s - X_1) - K_2 X_2; \quad (1)$$

$$S_2 = -K_2 X_2.$$

Здесь S_1, S_2 – множество функций производства (потребления) РК и БПК;

K_1 – постоянная скорости реаэрации для РК, сут⁻¹;

K_2 – постоянная скорости распада БПК, сут⁻¹;

X_1 – концентрация РК, мг/л;

X_2 – БПК, мг O₂/л;

C_s – концентрация насыщения РК, мг/л.

Стритер и Фелпс получили эти соотношения как стационарное решение уравнения в частных производных первого порядка [1].

Несмотря на то, что моделированию РК–БПК взаимодействий в литературе уделялось много внимания, но лишь немногие исследователи использовали свои модели в действительно динамическом режиме и проверяли их экспериментально.

Проведенные нами анализ и математическая обработка статистических данных химического состава воды устья р. Северная Двина выявили ряд существенных особенностей, не позволяющих, на первый взгляд, использовать ни одну из известных моделей в качестве основы при моделировании содержания растворенного кислорода в воде устья.

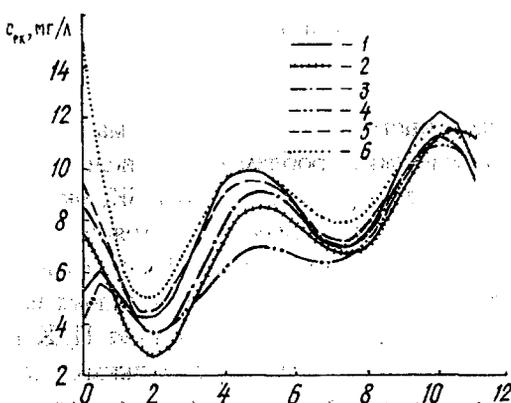
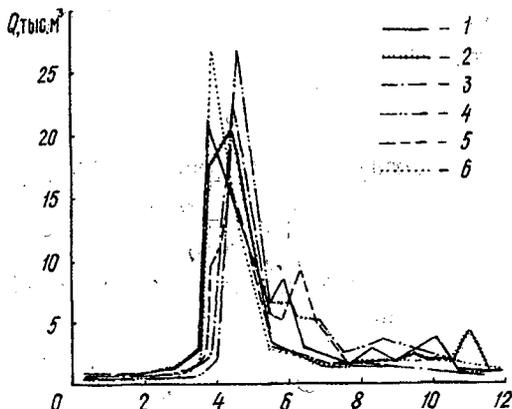


Рис. 1. Изменение концентрации растворенного кислорода $c_{РК}$ в р. Северная Двина в течение года: 1 – 1990 г.; 2 – 1991; 3 – 1992; 4 – 1993; 5 – 1994; 6 – 1995 (здесь и далее, на рис. 2 – 5, цифры на горизонтальной оси обозначают порядковый номер месяца в году)

Полиномы, описывающие изменение концентрации РК в течение года, для разных лет имеют один и тот же вид, differing только коэффициентами. На рис. 1 приведены результаты обработки экспериментальных значений концентрации РК за шесть лет (использована полиномиальная регрессия).

Вид полученных функций позволяет сделать вывод о наличии закономерности в изменении содержания кислорода в течение года, обусловленной, главным образом, природными процессами, протекающими в воде устья. В случае преобладания факторов техногенного воздействия в формировании характеристики РК получение стабильных зависимостей невозможно.

Рис. 2. Изменение расхода Q р. Северная Двина в месте водозабора (створ железнодорожного моста) г. Архангельска (обозначения кривых приведены на рис. 1)



Поступление кислорода за счет реэрации является одним из основных факторов, определяющих содержание кислорода в воде в безледный период. Сопоставляя графики расхода реки за 1990–1995 гг. (рис. 1, 2), отмечаем, что начало процесса реэрации существенным образом зависит от даты начала ледохода (вскрытия реки).

Согласно [4], максимально возможная концентрация РК в воде при нулевой температуре составляет 14,65 мг/л. Эта величина представляет собой концентрацию насыщения, т.е. то значение, к достижению которого асимптотически стремится характеристика РК. Обозначив за c концентрацию РК в момент времени t , за $c_{0.1}$ — концентрацию насыщения РК, для описания процессов реэрации получим следующую формулу:

$$\frac{dc}{dt} = k_1(c_0 - c), \quad (2)$$

где k_1 — коэффициент реэрации, зависящий от скорости течения реки, сут⁻¹

Для устья р. Северная Двина можно принять $k_1 = 0,35$.

Хотя предложенная формула — первый член уравнения Стритера-Фелпса (1), смысл, который вкладывается в нее нами, несколько другой. Стритер и Фелпс рассматривают достаточно небольшие временные интервалы, задавая каждый раз концентрацию насыщения РК, зависящую от температуры воды в данный период времени. На самом деле начало процесса реэрации четко связано с моментом вскрытия реки, далее он идет по нарастающей (экспоненте) в течение всего безледного периода, достигая максимума в конце октября (10 мес.).

Минимальное значение концентрации РК, наблюдаемое в летние месяцы, связано с уменьшением растворимости кислорода при повышении температуры воды. Понижение концентрации РК вследствие увеличения температуры не происходит мгновенно, именно поэтому минимум концентрации РК отмечен почти в середине августа (7,3...7,5 мес.), в то время как температура воды достигает максимального значения в середине июля (6,5...6,8 мес.). Характер изменения температуры воды в устье р. Северная Двина позволяет использовать кусочно-линейную функцию для описания зависимости темпе-

ратуры воды от времени. Обозначив эту функцию через $T(t)$, получим для описания изменения концентрации РК с учетом изменения T следующее уравнение:

$$\frac{dc}{dt} = k_1(c_0 - c) - k_2T(t), \quad (3)$$

где k_2 – коэффициент, характеризующий зависимость концентрации РК от температуры, $\frac{\text{мг}}{\text{л} \cdot \text{сут} \cdot ^\circ\text{C}}$.

С учетом результатов измерений в 1990 г. уравнение (3) имеет следующий вид:

$$\frac{dc}{dt} = 0,35(14,65 - c) - 0,22T(t), \quad (4)$$

$$\text{где } T(t) = \begin{cases} 0; & 0 \leq t < 3,8; \\ 8,0t - 32,0; & 3,8 \leq t < 6,5; \\ -8,7t + 76,5; & 6,5 \leq t < 10,0; \\ 0; & t \geq 10,0. \end{cases}$$

Графическая интерпретация уравнения (4) представлена на рис. 3. Здесь же пунктирной линией изображена статистическая модель.

Коэффициент $k_2 = 0,22$ установлен в ходе уточнения модели. При этом коэффициент k_2 , рассчитанный из теоретической зависимости концентрации РК от температуры [4], оказался равен 0,23.

Таким образом, наблюдается преобладающая роль природных процессов в формировании характеристики РК. Так, для безледного периода в 1990 г. суточный расход РК на окисление органических веществ относительно невелик и может быть оценен в пределах 1... 2 мг.

Для оценки содержания РК в устье Северной Двины в течение безледного периода можно предложить следующую методику: 31 марта (3 мес) необходимо измерить концентрацию РК в воде устья и данные подставить в следующие формулы, полученные как решения уравнения (3) при различных начальных условиях.

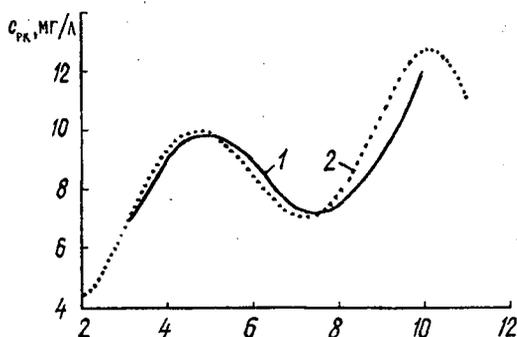


Рис. 3. Интегральная кривая (1) уравнения (4) и статистическая модель (2), характеризующая изменение $c_{РК}$ в устье р. Северная Двина (1990 г.)

Если измеренная концентрация РК $c \geq 6$ мг/л:

$$\begin{aligned} \text{при } 3,0 \leq t < 3,8 & \quad c = 14,65 - 23,004 e^{-0,35t}; \\ \text{при } 3,8 \leq t < 6,5 & \quad c = 49,13 - 5,028 t - 81,120 e^{-0,35t}; \\ \text{при } 6,5 \leq t < 10,0 & \quad c = -49,057 + 5,468 t + 210,370 e^{-0,35t} \end{aligned} \quad (5)$$

Если $c < 6$ мг/л:

$$\begin{aligned} \text{при } 3,0 \leq t < 3,8 & \quad c = 14,65 - 26,830 e^{-0,35t}; \\ \text{при } 3,8 \leq t < 6,5 & \quad c = 49,13 - 5,028 t - 84,962 e^{-0,35t}; \\ \text{при } 6,5 \leq t < 10,0 & \quad c = -49,057 + 5,468 t + 206,495 e^{-0,35t} \end{aligned} \quad (6)$$

Результаты расчета концентрации РК по данным 1992 г. и 1994 г., а также ее измеренные значения представлены в табл. 1, 2.

Несмотря на то, что приведенные формулы дают лишь приближенный результат, можно утверждать, что существенное отклонение измеряемых значений от прогнозируемых (расчетных) будет свидетельствовать об увеличении потребления РК на окислительные процессы, т.е. о возрастании техногенной нагрузки.

При анализе результатов измерений концентраций РК и БПК₅ (БПК₂₀) в воде устья р. Северная Двина нам не удалось выявить взаимосвязи между ними. Вероятно, это связано с тем, что показатель БПК не эквивалентен общей концентрации органического вещества (легко- и трудноокисляемого), присутствующего в воде. Такой концентрации эквивалентен показатель ХПК и только в том случае, если данное вещество способно окисляться бихроматом. БПК₅ составляет лишь часть от ХПК, для одних веществ

Таблица 1

Сравнение расчетных и измеренных концентраций РК (данные 1992 г.)

Время отбора пробы	Концентрация РК, мг/л		Погрешность определения, %	
	измеренная	расчетная	относительная	средняя
3,83	7,37	7,64	3,6	5,0
4,70	9,48	9,10	4,0	
4,80	9,67	9,16	5,3	
5,53	8,06	9,06	12,4	
5,83	8,06	8,78	8,9	
6,23	8,51	8,21	3,6	
6,50	8,21	7,71	6,0	
6,87	7,12	7,16	0,5	
8,50	8,19	7,96	2,8	
8,60	8,48	8,15	3,9	
8,90	8,67	8,77	1,2	
9,43	9,99	10,10	10,3	
9,83	12,00	11,30	6,1	

* Здесь и далее, в табл. 2, 3, время отбора указано в месяцах.

Таблица 2

Сравнение расчетных и измеренных концентраций РК (данные 1994 г.)

Время отбора пробы	Концентрация РК, мг/л		Погрешность определения, %	
	измеренная	расчетная	относительная	средняя
3,60	9,90	8,13	17,9	8,9
3,83	9,34	8,64	7,5	
3,87	7,59	8,73	15,0	
4,53	10,00	9,73	12,4	
5,00	9,71	9,89	1,7	
5,87	7,94	9,22	16,1	
6,60	8,009	7,91	2,2	
7,50	7,92	7,19	9,2	
7,57	7,45	7,20	3,3	
7,87	8,55	7,36	13,9	
8,73	10,20	8,59	15,8	
9,57	11,43	10,66	6,8	

большую, для других—меньшую. Для веществ, не способных к биохимическому окислению (биохимически жестких), показатель БПК вообще равен нулю при достаточно больших значениях ХПК [3].

В результате статистической обработки данных удалось выяснить, что кривая, описывающая изменение ХПК, по форме очень напоминает характеристику РК, но формируется с некоторым запаздыванием по отношению к ней (рис. 4). Это свидетельствует о том, что интенсивность процессов окисления напрямую зависит от концентрации РК в данный момент (интервал) времени.

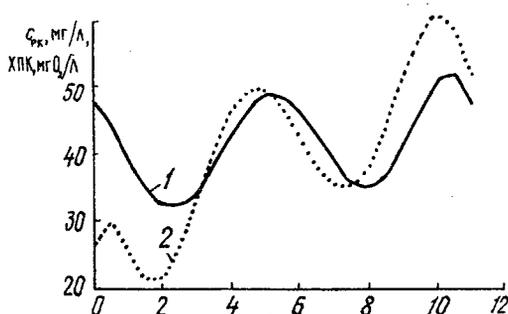


Рис. 4. Изменение ХПК (1) и c_{PK} (2) в устье р. Северная Двина (1990 г.)

С увеличением (уменьшением) концентрации РК соответственно увеличивается (уменьшается) интенсивность процессов окисления. Обозначив за B значение параметра ХПК (мг O_2 /л), можно записать следующее уравнение:

$$\frac{dB}{dt} = k_3c - k_4B, \quad (7)$$

где k_3 — постоянная скорости изменения ХПК, зависящая от интенсивности процессов реэрации, сут⁻¹;

k_4 — постоянная скорости окислительных процессов, характеризуемая ХПК, сут⁻¹.

Таким образом, изменение ХПК в безледный период описывается системой уравнений

$$\begin{cases} \frac{dc}{dt} = k_1(c_0 - c) - k_2T(t); \\ \frac{dB}{dt} = k_3c - k_4B. \end{cases} \quad (8)$$

В ходе исследования системы (8) выяснилось, что для воды устья р. Северная Двина можно принять $k_3 = 20 \text{ сут}^{-1}$, $k_4 = 4 \text{ сут}^{-1}$.

Решая систему (8) для данных 1990 г., получим интегральную кривую, представленную на рис. 5. Здесь же пунктирной линией изображена статистическая модель для ХПК.

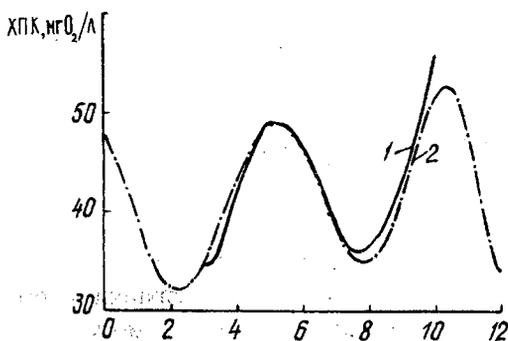


Рис. 5. Интегральная кривая (1) системы (8) и статистическая модель (2), характеризующая изменение ХПК (1990 г.)

Конечно, изложенный подход к оценке ХПК будет справедлив при отсутствии аномального воздействия техногенного характера. В случае существенного отклонения измеряемых значений ХПК от расчетных можно сделать вывод о наличии такого воздействия.

Для оценки величины ХПК в воде устья р. Северная Двина в течение безледного периода можно предложить следующую методику: 31 марта (3 мес) необходимо измерить значение бихроматной окисляемости в воде и данные подставить в следующие формулы.

Если измеренная ХПК $\geq 30 \text{ мг О}_2/\text{л}$:

$$\begin{aligned} \text{при } 3,0 \leq t < 3,8 \quad B &= 73,25 - 126,03 e^{-0,35t} - 1,342 \cdot 10^7 e^{-4t}; \\ \text{при } 3,8 \leq t < 6,5 \quad B &= 251,935 - 25,14 t - 444,56 e^{-0,35t} + 5,275 \cdot 10^6 e^{-4t}; \\ \text{при } 6,5 \leq t < 10,0 \quad B &= -252,120 + 27,34 t + 1152,48 e^{-0,35t} - 2,417 \cdot 10^{11} e^{-4t}. \end{aligned} \quad (9)$$

Если ХПК $< 30 \text{ мг О}_2/\text{л}$:

$$\begin{aligned} \text{при } 3,0 \leq t < 3,8 \quad B &= 73,25 - 147,01 e^{-0,35t} + 1,008 \cdot 10^6 e^{-4t}; \\ \text{при } 3,8 \leq t < 6,5 \quad B &= 251,935 - 25,14 t - 465,54 e^{-0,35t} + 6,013 \cdot 10^6 e^{-4t}; \\ \text{при } 6,5 \leq t < 10,0 \quad B &= -252,120 + 27,34 t + 1131,48 e^{-0,35t} - 8,189 \cdot 10^{11} e^{-4t}. \end{aligned} \quad (10)$$

Результаты расчетов по (9) и (10) для 1994 г. сведены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнение расчетных и измеренных значений ХПК (данные 1994 г.)

Время отбора пробы	ХПК, мг О ₂ /л		Погрешность определения, %	
	измеренная	расчетная	относительная	средняя
3,60	31,00	30,00	3,2	7,9
3,87	45,70	40,90	10,5	
4,53	46,10	47,10	20,1	
4,77	44,00	48,30	9,8	
5,50	49,10	48,80	0,6	
5,87	41,70	47,40	13,7	
6,60	48,80	41,90	14,2	
6,80	46,50	40,10	13,8	
7,50	34,80	36,40	4,6	
7,83	35,50	36,30	2,3	
8,50	33,20	39,10	17,8	
9,43	49,40	48,18	6,8	

Выводы

1. Двумя основными факторами, влияющими на формирование характеристики РК в воде устья р. Северная Двина, являются реаэрация и температура воды. Искажения формы кривой содержания кислорода могут быть обусловлены значительным расходом кислорода на процессы окисления при увеличении техногенного воздействия, однако общая закономерность формирования характеристики РК сохраняется.

2. Для воды устья р. Северная Двина не выявлено взаимосвязи между концентрацией РК и показателем БПК₅ (БПК₂₀), но установлена взаимосвязь с показателем ХПК.

3. Для оценки в безледный период таких интегральных показателей качества воды, как содержание РК и ХПК, могут быть использованы предлагаемые нами методики расчета. Средняя погрешность их определения не превышает 8,0 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. - М.: Химия, 1971. - 368 с. [2]. Математические модели контроля загрязнения воды / Под ред. А. Джеймса. - М.: Мир, 1981. - 471 с. [3]. Родзиллер И. Д. Прогноз качества воды водоемов-приемников сточных вод. - М.: Стройиздат, 1984. - 27 с. [4]. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. - Л.: Гидрометеоиздат, 1977. - 540 с. [5]. Streeter H.W., Phelps E.B. A study of the pollution and natural purification of Ohio River. - Bulletin N 146, U. S. Public Health Service, 1925.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ !

Во втором полугодии 2000 г. ИВУЗ «Лесной журнал» планирует издание специализированного номера по подпрограмме «Комплексное использование древесного сырья» приоритетного направления «Новые материалы и химические продукты».

Ожидаем от Вас статьи по результатам исследований, выполненных в 1998–2000 гг. по I–V направлениям данной подпрограммы, для опубликования в тематическом номере.

Статьи в тематический номер принимаются до 1 июля 2000 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.009.02

Г.П. БУТКО

Уральская государственная лесотехническая академия



Бутко Галина Павловна родилась в 1955 г., окончила в 1976 г. Уральский лесотехнический институт, доцент кафедры менеджмента и ВЭД предприятия Уральской государственной лесотехнической академии. Имеет около 60 печатных работ по оценке ТЭУ и конкурентоспособности.

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

Предложен метод оценки конкурентоспособности предприятий. Приведен алгоритм расчета.

A method of evaluating the competitiveness of enterprises is suggested. The computation algorithm is given.

Начатая в союзном масштабе в 1986 – 1987 гг. и продолженная на российском уровне либерализация ВЭД направлена на создание стимулов для производителей к расширению экспорта. В связи с этим особое значение приобретает конкурентоспособность предприятий, в том числе лесного комплекса.

Оценка конкурентоспособности предприятия является неотъемлемым элементом маркетинговой деятельности любого хозяйствующего субъекта. Важность такой оценки обусловлена рядом обстоятельств. Это стоимость разработки мероприятий по повышению конкурентоспособности, выбор предприятием партнера для организации совместного выпуска продукции, привлечение средств инвестора в перспективное строительство, составление программы выхода предприятия на новые рынки сбыта и др. В любом случае преследуется цель определить положение предприятия на отраслевом рынке, что возможно лишь при наличии оперативной и объективной методики оценки конкурентоспособности.

В основе метода лежит оценка четырех групп показателей, роль и правило расчета которых изложены в таблице.

Показатели конкурентоспособности предприятия

Показатели конкурентности	Роль показателя в оценке	Правила расчета
Эффективность производственной деятельности предприятия (\mathcal{E}_n)	—	$\mathcal{E}_n = 0,313 + 0,19\Phi + 0,4P_T + 0,1\Pi$
Затраты на 1 р. товарной продукции (Z), р.	Отражает эффективность затрат при выпуске продукции	$Z =$ себестоимость товарной продукции / цена товарной продукции
Фондоотдача (Φ), р.	Характеризует эффективность использования основных производственных фондов	$\Phi =$ объем товарной продукции / среднегодовая стоимость основных производственных фондов
Рентабельность (P_T), %	Характеризует степень прибыльности производства товара	$P_T =$ прибыль от реализации $\times 100$ % / себестоимость реализованной продукции
Производительность труда (Π), р./чел.	Отражает эффективность организации производства и использования рабочей силы	$\Pi =$ объем товарной продукции / среднесписочная численность ППП
Финансовое положение предприятия (Φ_n)	—	$\Phi_n = 0,29K_a + 0,2K_n + 0,36K_d + 0,15K_o$
Коэффициент автономии (K_a)	Характеризует независимость предприятия от заемных источников	$K_a =$ собственный капитал / общая сумма капитала
Коэффициент платежеспособности (покрытия) (K_n)	Отражает способность предприятия выполнять свои финансовые обязательства и измеряет вероятность банкротства	$K_n =$ собственный капитал / общие обязательства
Коэффициент валютной ликвидации (K_d)	Отражает качественный состав денежных средств, являющихся источниками покрытия текущих обязательств	$K_d =$ денежные средства / краткосрочные обязательства
Коэффициент оборачиваемости оборотных средств (K_o)	Характеризует эффективность использования оборотных средств. Соответствует времени, в течение которого оборотные средства проходят все стадии производства и обращения	$K_o =$ выручка от реализации / среднегодовой остаток оборотных средств

Продолжение таблицы

Показатели конкурентности	Роль показателя в оценке	Правила расчета
Эффективность организации сбыта и продвижения товара (\mathcal{E}_c)	—	$\mathcal{E}_c = 0,37P_n + 0,29K_3 + 0,21K_m + 0,14K_p$
Рентабельность продаж (P_n), %	Характеризует степень прибыльности работы предприятия на рынке, правильность установления цены товара	$P_n = \text{прибыль от реализации} \times 100 \% / \text{объем реализованной продукции}$
Коэффициент затоваренности готовой продукцией (K_3)	Отражает степень затоваренности готовой продукцией. Рост показателя свидетельствует о снижении спроса	$K_3 = \text{объем нереализованной продукции} / \text{объем реализованной продукции}$

В первую группу входят показатели, характеризующие эффективность управления производственным процессом: экономичность производственных затрат, рациональность эксплуатации основных фондов, совершенство технологии изготовления товара, организация труда на производстве. Во вторую группу объединены показатели, отражающие эффективность управления оборотными средствами: независимость предприятия от внешних источников финансирования, способность расплачиваться с долгами, возможность стабильного развития в будущем. В третью группу включены показатели, позволяющие получить представление об эффективности управления сбытом и продвижением товаров на рынке средствами рекламы и стимулирования; в четвертую – показатели конкурентоспособности товара: качество и цена.

Репрезентативность оценки конкурентоспособности показателей первых трех групп обеспечивается с помощью коэффициентов весомости, которые определяются экспертным методом через последовательные сравнения. Расхождения мнений экспертов не превышали 14 %.

Алгоритм определения коэффициента конкурентоспособности промышленного предприятия включает расчет единичных, групповых показателей и собственно коэффициента конкурентоспособности ($K_{кп}$) по формуле

$$K_{кп} = 0,15\mathcal{E}_n + 0,29\Phi_n + 0,23\mathcal{E}_c + 0,33K_r,$$

где \mathcal{E}_n – показатель эффективности производственной деятельности предприятия;

Φ_n – показатель финансового положения предприятия;

\mathcal{E}_c – показатель эффективности организации сбыта и продвижения товара на рынке;

K_r – критерий конкурентоспособности товара.

Согласно рассмотренной методике выполнен расчет всех показателей для АО «Свердлеспром» за период 1995 – 1997 гг., после чего осуществлен перевод в баллы по отношению к базисному периоду, т. е. к 1995 г.

Для расчета показателя качества чаще других используют обобщающий показатель, оцениваемый комплексным методом. Вначале выясняют спектр потребительских свойств, по которым потребитель обычно судит о качестве товара. Затем с помощью коэффициентов весомости устанавливают важность отдельных показателей потребительских свойств в оценке. Сравнивая показатели потребительских свойств данного товара и товара конкурента, дают оценку в баллах.

В роли показателя цены выступает стоимость продажи товара или совокупная, складывающаяся из стоимости продажи и затрат при использовании товара по назначению.

Результаты анализа показывают, что в 1997 г. конкурентоспособность только 15 % исследуемых предприятий имела тенденцию к росту. У предприятий, занимающихся деревообработкой, показатели конкурентоспособности составляли от 1,7 до 4,8. Наиболее конкурентоспособными были ОАО «Лобвалес» (экспорт пиломатериалов), «Лялинсклес» и «Тавдалес» (производство плит и фанеры).

В условиях рынка основными показателями стратегии следует считать нормативы конкурентоспособности, т. е. задания на проведение исследований по определению путей ее достижения. Для этих целей используют данные изучения рынка на основе воспроизводственного и функционального подходов. Нормативы конкурентоспособности формируют исходя из следующих показателей: качество продукции; ресурсоемкость продукции; распределение по сегментам рынка; устойчивость предприятия; уровень технического развития предприятия.

Поступила 31 августа 1998 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 536.253:66.041

Э.Н. САБУРОВ, С.В. КАРПОВ, Н.В. СМОЛИНА

Архангельский государственный технический университет



Сабуров Эдуард Николаевич родился в 1939 г., окончил в 1961 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теплотехники, проректор по научной работе Архангельского государственного технического университета, академик Российской и Международной инженерных академий, Российской академии естественных наук, заслуженный деятель науки и техники РФ. Имеет более 300 публикаций в области аэродинамики и конвективного теплообмена в сильно закрученных потоках, их использования для интенсификации процессов тепломассообмена в аппаратах различного технологического назначения.



Карпов Сергей Васильевич родился в 1945 г., окончил в 1967 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры теплотехники Архангельского государственного технического университета. Имеет более 100 научных трудов в области исследования теплотехники и конвективной работы циклонных устройств различного технологического назначения.



Смолина Наталья Владимировна родилась в 1969 г., окончила в 1991 г. Архангельский лесотехнический институт, ассистент кафедры теплотехники Архангельского государственного технического университета. Имеет 5 научных трудов в области исследования теплофизических основ работы циклонных устройств различного технологического назначения.

АЭРОДИНАМИКА ЦИКЛОННОГО УСТРОЙСТВА С ДВУХСТОРОННИМИ НЕСИММЕТРИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ ВВОДА И ВЫВОДА ГАЗОВ

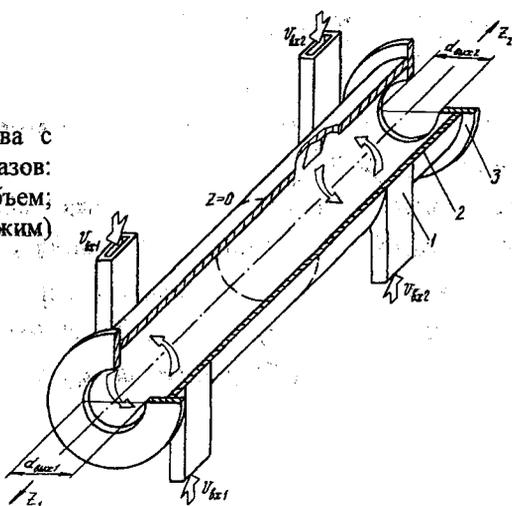
Рассмотрены особенности аэродинамики циклонных устройств с торцевым двухсторонним выводом газов при несимметричных условиях ввода и вывода потока. Даны рекомендации по их расчету.

The peculiarities of aerodynamics for cyclone devices with end double-side gas discharge under unsymmetrical conditions of flow input and output are analyzed. The recommendations for their calculation are given.

Настоящая статья посвящена исследованиям аэродинамики циклонных устройств с двухсторонним торцевым выводом газов, которые в ряде случаев дают возможность наиболее рационально организовать технологический процесс: повысить сепарационные свойства потока в пылеуловителях, степень выгорания серы в циклонных печах сульфитного производства и термического обезвреживания отходов и др. [1].

Опыты выполнены на циклонном устройстве (рис.1) с диаметром рабочего объема камеры $D_k = 160$ мм и длиной $L_k = 840$ мм. Подвод воздуха в устройство осуществляли через шлицы, расположенные попарно вблизи торцов рабочего объема с диаметрально противоположных сторон в одной поперечной плоскости, по индивидуальным (на каждую пару шлицев) трубопроводам, снабженным регулировочными заслонками. Все шлицы имели поперечное сечение размером 24×84 мм. Воздух выводили через плоские пережимы, соосные с рабочим объемом. Относительный диаметр выходных отверстий $d_{\text{вых}} = d_{\text{вых}}/D_k$ варьировали от 0,2 до 0,8.

Рис. 1. Схема циклонного устройства с двухсторонним торцевым выводом газов:
1 – входные шлицы; 2 – рабочий объем;
3 – выходной съемный торец (пережим)



В целях удобства анализа опытных данных и разработки рекомендаций рабочий объем устройства условно был разделен на две равные по длине части. Сечение раздела — среднее сечение, имеющее координату $z = 0$, где z — продольная координата, совпадающая с осью рабочего объема и направленная к выходному отверстию каждой его половины (рис. 1). Всем характеристикам, относящимся к первой половине камеры (нижней на рис. 1), присвоен индекс 1, а ко второй (верхней) — 2.

Поля скоростей и давлений в рабочем объеме устройства измеряли трехканальным цилиндрическим зондом с диаметром насадка 2,6 мм по общепринятой методике. Сечения замеров определяли координатами $\bar{z}_1 = z_1/D_k$ и $\bar{z}_2 = z_2/D_k$. При проведении работ замеряли расходы воздуха V_1 и V_2 и его температуры, статические давления на боковой поверхности рабочего объема $p_{с.к1}$ и $p_{с.к2}$ и на касательной к ней внутренней поверхности шлицев $p_{с.вх1}$ и $p_{с.вх2}$. Дренажные отверстия для отбора статического давления имели диаметр 0,5 мм, располагались по длине рабочего объема с шагом $(0,5 \dots 1,0) D_k$, а по периметру — с двух диаметрально противоположных сторон. Среднерасходную скорость потока воздуха в шлицах определяли по формулам $V_{вх1} = V_1/f_{вх1}$; $V_{вх2} = V_2/f_{вх2}$, где $f_{вх1}$ и $f_{вх2}$ — площади поперечного сечения входных шлицев (площади входа потока).

Исследования состояли из трех серий опытов. В первой серии исследовали аэродинамику циклонного устройства с двухсторонними несимметричными условиями вывода газов и симметричными условиями их ввода в рабочий объем. В этих опытах варьировали относительный диаметр выходного отверстия $\bar{d}_{вых2}$. Параметры $\bar{d}_{вых1} = 0,4$, $V_1 = V_2$, $\bar{f}_{вх1} = \bar{f}_{вх2}$ (или $V_{вх1} = V_{вх2}$) поддерживали постоянными. На рис. 2 показаны распределения безразмерных тангенциальной $\bar{w}_\varphi = w_\varphi / V_{вх}$ (w_φ — размерная тангенциальная составляющая полной скорости потока) и аксиальной $\bar{w}_z = w_z / V_{вх}$ (w_z — размерная аксиальная составляющая полной скорости потока) компонент полной скорости потока в диаметральной сечении циклонного устройства с двухсторонним выводом газов при различных значениях параметра $\bar{d}_{вых2}$ (или $\bar{d}_{вых2} = d_{вых2}/d_{вых1}$). На рис. 2 также представлены масштабы \bar{w}_φ , \bar{w}_z и z .

Для дополнения рис. 2 в табл. 1 приведены основные аэродинамические характеристики циклонного потока при различных значениях параметра $\bar{d}_{вых2}$. Здесь приняты следующие обозначения: $\bar{w}_{\varphi m} = w_{\varphi m} / V_{вх}$ — безразмерная максимальная тангенциальная составляющая скорости; $\bar{r}_{\varphi m} = r_{\varphi m} / R_k$ — безразмерный радиус, характеризующий положение $\bar{w}_{\varphi m}$; $\bar{w}_{\varphi \alpha} = w_{\varphi \alpha} / V_{вх}$ — безразмерная тангенциальная составляющая полной скорости на границе ядра потока; $\bar{r}_\alpha = r_\alpha / R_k$ — безразмерный радиус ядра потока; $\bar{w}_{zm} = w_{zm} / V_{вх}$ — безразмерная максимальная аксиальная составляющая

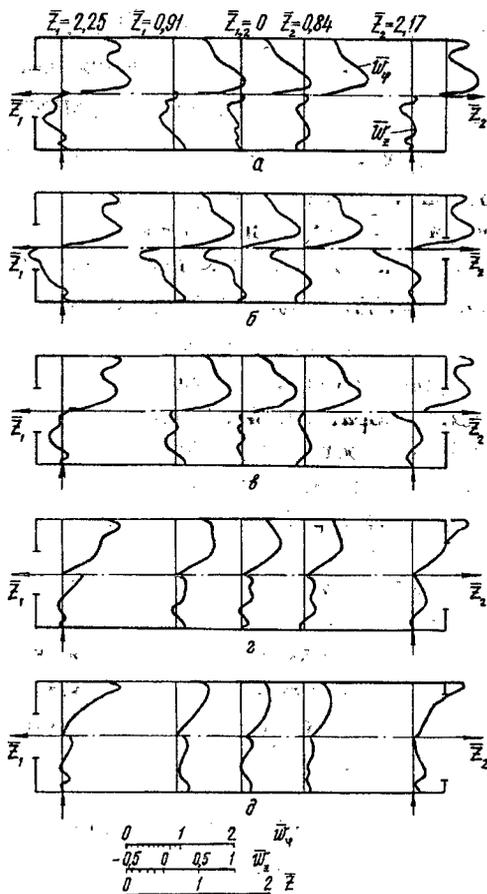


Рис. 2. Распределения безразмерных тангенциальной w_ϕ и осевой w_z компонент полной скорости в рабочем объеме циклонного устройства ($\tilde{d}_{\text{вых}1} = 0,4$) при различных значениях $\tilde{d}_{\text{вых}2}$: а - 0,0; б - 0,2; в - 0,4; г - 0,6; д - 0,8

скорости потока в выходном вихре; $\tilde{r}_{zm} = r_{zm}/R_k$ - безразмерный радиус, характеризующий положение \tilde{w}_{zm} ; $\tilde{p}_{с.к} = 2\tilde{p}_{с.к} / (\rho_{\text{вх}} v_{\text{вх}}^2)$ - безразмерное избыточное статическое давление на боковой поверхности рабочего объема камеры; $\tilde{p}_{с.вх} = 2p_{с.вх} / (\rho_{\text{вх}} v_{\text{вх}}^2)$ - безразмерное избыточное статическое давление в щлицах; $\zeta_{\text{вх}} = 2\Delta P_{\text{п}} / (\rho_{\text{вх}} v_{\text{вх}}^2)$ - суммарный коэффициент сопротивления камеры по входным условиям; $\zeta_{\text{фм}} = 2\Delta P_{\text{п}} / (\rho_{\text{вх}} w_{\text{фм}}^2) = \zeta_{\text{вх}} / w_{\text{фм}}^2$ - коэффициент сопротивления, определяющий аэродинамическое совершенство камеры, где $\Delta P_{\text{п}}$ - перепад полного давления в камере.

Представленные на рис. 2 и в табл. 1 данные позволяют отметить, что варьирование $\tilde{d}_{\text{вых}2}$ оказывает существенное влияние на течение в циклонном устройстве. Так, при изменении $\tilde{d}_{\text{вых}2}$ от 0,5 до 2,0 коэффициент

сопротивления $\zeta_{\text{вх}}$ снижается с 3,31 до 1,50 (при симметричном выводе газов, когда $\tilde{d}_{\text{вых}2} = 1$, $\zeta_{\text{вх}} = 3,12$). Уменьшаются тангенциальные скорости, а также статическое давление на боковой поверхности рабочего объема и шлицев. Влияние $\tilde{d}_{\text{вых}2}$ распространяется на всю область рабочего объема устройства. Аэродинамические характеристики потока в первой и во второй половинах камеры различаются незначительно.

Общая схема течения в камере также существенно зависит от параметра $\tilde{d}_{\text{вых}2}$. В предельном случае ($\tilde{d}_{\text{вых}2} = 0$) циклонное устройство представляет собой относительно длинную циклонную камеру с односторонним выходом и двухсторонним околоторцевым вводом газов. В устройстве существует центральный обратный вихрь небольшой мощности. В первой половине камеры имеется достаточно сильный обратный периферийный поток, во второй – прямой периферийный. Оба вихря встречаются в области среднего сечения ($\bar{z} = 0$), в результате чего во второй половине возникает кольцевой обратный вихрь.

Выходной вихрь зарождается у глухого торца устройства. Мощность его значительно возрастает по мере продвижения к выходному отверстию. Во второй половине камеры максимальная осевая скорость в выходном вихре остается практически постоянной вплоть до среднего сечения, в первой половине при его движении к выходу \bar{w}_{zm} увеличивается примерно в 1,5 раза. Максимум \bar{w}_z в выходном вихре при этом смещается от оси устройства к кромке выходного отверстия. Переход от предельного случая $\tilde{d}_{\text{вых}2} = 0$ к $\tilde{d}_{\text{вых}2} = 0,5$ имеет принципиальное значение. Устройство начинает работать с двухсторонним выводом газов. Осевой обратный ток второй половины камеры сливается с выходным вихрем первой, в результате чего в приосевой зоне устройства образуется мощное осевое течение.

Таблица 1

$\tilde{d}_{\text{вых}2}$	$\bar{w}_{\text{фм}}$	$\bar{r}_{\text{фм}}$	$\bar{w}_{\text{фя}}$	$\bar{r}_я$	\bar{w}_{zm}	\bar{r}_{zm}	$\bar{P}_{с.к}$	$\bar{P}_{с.вх}$	$\zeta_{\text{вх}}$	$\zeta_{\text{фм}}$
2,0	<u>0,52*</u>	<u>0,72*</u>	<u>0,52</u>	<u>0,68</u>	<u>0,02</u>	<u>0,59</u>	<u>0,47</u>	<u>0,61</u>	<u>1,61</u>	<u>5,95*</u>
	0,49*	0,69*	0,50	0,69	0,13	0,70	0,39	0,50	1,50	6,25*
1,5	<u>0,67*</u>	<u>0,56*</u>	<u>0,73</u>	<u>0,69</u>	<u>0,05</u>	<u>0,50</u>	<u>0,99</u>	<u>1,15</u>	<u>2,15</u>	<u>4,79*</u>
	0,69*	0,55	0,68	0,69	0,13	0,46	0,92	1,01	2,01	4,22*
1,0	<u>1,00</u>	<u>0,40</u>	<u>0,70</u>	<u>0,74</u>	<u>0,18</u>	<u>0,46</u>	<u>2,10</u>	<u>2,26</u>	<u>3,25</u>	<u>3,25</u>
	1,01	0,39	0,69	0,74	0,10	0,47	2,02	2,10	3,12	3,08
0,5	<u>1,05</u>	<u>0,34</u>	<u>0,80</u>	<u>0,73</u>	<u>0,46</u>	<u>0,11</u>	<u>2,24</u>	<u>2,43</u>	<u>3,43</u>	<u>3,11</u>
	1,09	0,33	0,78	0,74	0,06	0,57	2,25	2,40	3,31	2,84
0,0	<u>1,25</u>	<u>0,22</u>	<u>0,80</u>	<u>0,75</u>	<u>0,24</u>	<u>0,47</u>	<u>2,52</u>	<u>2,70</u>	<u>3,82</u>	<u>2,49</u>
	1,20	0,24	0,76	0,76	0,16	0,25	2,59	2,79	3,71	2,65

Примечания. 1. Здесь и далее, в табл. 2, 3, в числителе приведены данные, относящиеся к первой половине камеры, в знаменателе – ко второй. 2. Знаком «*» отмечены характеристики среднего сечения рабочего объема.

В первой половине имеют место лишь два вихря: выходной и обратный периферийный. Последний, взаимодействуя с периферийным обратным второй половины камеры, образует в ней кольцевой прямой вихрь, в дальнейшем сливающийся с выходным. Такая общая перестройка поля осевых скоростей, определяемая изменением $\tilde{d}_{\text{вых}2}$, является причиной того, что влияние этого параметра распространяется сразу на весь рабочий объем устройства (при $\tilde{d}_{\text{вых}2} > 0$: за положительное направление потоков в каждой половине устройства (рис. 2) принято направление от среднего сечения к выходным торцам). Режим истечения воздуха из выходного отверстия в данном случае носит нестационарный характер. В одних случаях выходная вращающаяся струя распространяется из него под определенным углом к плоскости пережима, в других – растекается по его поверхности. Смена режимов происходит самопроизвольно.

При $\tilde{d}_{\text{вых}2} = 0,5$ поле осевых скоростей, как следует из вышеприведенного анализа, несимметрично относительно средней поперечной плоскости рабочего объема устройства в отличие от полей \bar{w}_φ и $\bar{p}_c = 2p_c / (\rho_{\text{вх}} v_{\text{вх}}^2)$ – безразмерного избыточного статического давления. Значения $\bar{w}_{\varphi m}$, $\zeta_{\text{вх}}$ при переходе $\tilde{d}_{\text{вых}2}$ от 0,0 к 0,5 уменьшаются, при этом снижается и аэродинамическая эффективность устройства, оцененная по коэффициенту $\zeta_{\varphi m}$. Вероятно, это связано с тем, что при двухстороннем выводе газов степень использования энергии и момента количества движения газов, вводимых во вторую половину камеры ниже, чем при одностороннем выводе, и определяется главным образом снижением (формально в 2 раза) относительной суммарной площади входа $\bar{f}_{\text{вх}} = 4 f_{\text{вх}} (\pi D_k^2)$. Следует иметь в виду, что при работе устройства с двухсторонним выводом газов имеет место и уменьшение относительной длины рабочего объема камеры. Причем уменьшение \bar{L}_k должно увеличивать $\bar{w}_{\varphi m}$ и $\zeta_{\text{вх}}$, а снижение $\bar{f}_{\text{вх}}$, наоборот, их уменьшать, что в конечном счете и определяет полученный в работе результат.

Увеличение $\tilde{d}_{\text{вых}2}$ до 1 сопровождается дальнейшей перестройкой поля осевых скоростей и уменьшением $\bar{w}_{\varphi m}$ и $\zeta_{\text{вх}}$. При $\tilde{d}_{\text{вых}2} = 1$ картина распределений \bar{w}_z , как и \bar{w}_φ , \bar{p}_c , становится практически симметричной относительно среднего сечения рабочего объема устройства. Увеличение $\tilde{d}_{\text{вых}2} > 1$ приводит к тому, что осевой обратный ток первой половины камеры сливается с выходным вихрем, занимающим всю центральную часть рабочего объема устройства и выходящим наружу через большее выходное отверстие второй половины. При $\tilde{d}_{\text{вых}2} = 1,5$ маломощный выходной вихрь первой половины камеры соединяется с кольцевым вихрем, образующимся в результате взаимодействия в центральной зоне рабочего объема перифе-

рийных обратных вихрей обеих половин. При $\tilde{d}_{\text{вых}2} = 2$ через выходное отверстие первой половины камеры выходит вообще сравнительно небольшая часть вводимых в устройство газов. Практически все они устремляются к большему выходному отверстию второй половины ($\bar{d}_{\text{вых}2} = 0,8$). Увеличение $\tilde{d}_{\text{вых}2}$ от 1 до 2 сопровождается и значительной перестройкой поля тангенциальной скорости. При $\tilde{d}_{\text{вых}2} > 1$ максимум \bar{w}_ϕ в ядре потока наблюдается лишь в средней части рабочего объема устройства. Вблизи выходных отверстий профиль \bar{w}_ϕ имеет характерный спад от стенки рабочего объема. Чем больше $\bar{d}_{\text{вых}2}$, тем эти изменения существенней, а общий уровень \bar{w}_ϕ ниже.

Значения $\bar{w}_{\phi m}$ и $\zeta_{\text{вх}}$ для циклонной камеры с двухсторонним выводом газов при различных $\bar{d}_{\text{вых}1}$ и $\bar{d}_{\text{вых}2}$, $\bar{f}_{\text{вх}1} = \bar{f}_{\text{вх}2}$, $V_1 = V_2$, можно определять по следующим уравнениям:

при $0 < \tilde{d}_{\text{вых}2} \leq 1$

$$\bar{w}_{\phi m}^H = \bar{w}_{\phi m}^C (1,22 - 0,22 \tilde{d}_{\text{вых}2}); \quad (1)$$

$$\zeta_{\text{вх}}^H = \zeta_{\text{вх}}^C (1,17 - 0,17 \tilde{d}_{\text{вых}2}); \quad (2)$$

при $1 \leq \tilde{d}_{\text{вых}2} \leq 2$

$$\bar{w}_{\phi m}^H = \bar{w}_{\phi m}^C (1,50 - 0,50 \tilde{d}_{\text{вых}2}); \quad (3)$$

$$\zeta_{\text{вх}}^H = \zeta_{\text{вх}}^C (1,54 - 0,54 \tilde{d}_{\text{вых}2}). \quad (4)$$

Здесь $\bar{w}_{\phi m}^H$ и $\zeta_{\text{вх}}^H$, $\bar{w}_{\phi m}^C$ и $\zeta_{\text{вх}}^C$ — характеристики устройства с двухсторонним соответственно несимметричным и симметричным выводом газов.

Рекомендации по расчету $\zeta_{\text{вх}}^C$ и $\bar{w}_{\phi m}^C$ приведены в работе [1]. Необходимо отметить, что при расчете для обеих геометрических половин камеры в качестве $\bar{w}_{\phi m}^C$ и $\zeta_{\text{вх}}^C$ в формулах (1) — (4) принимаются их значения, соответствующие большему $\bar{d}_{\text{вых}}$. Так, при $\tilde{d}_{\text{вых}2} = 1,5$ следует принять $\bar{w}_{\phi m}^C$ и $\zeta_{\text{вх}}^C$, соответствующие $\bar{d}_{\text{вых}2} = 0,6$, а при $\tilde{d}_{\text{вых}2} = 0,5$ — соответствующие $\bar{d}_{\text{вых}1} = 0,4$. Погрешность расчетов по формулам (1) — (4) не превышает $\pm 4\%$.

Во второй серии экспериментов исследовали аэродинамику циклонного устройства с двухсторонними симметричными условиями торцевого вывода газов и несимметричными условиями их ввода в рабочий объем. Несимметрию ввода потока в устройство создавали за счет измене-

ния относительной площади входа $\bar{f}_{вх1}$. При этом $\bar{f}_{вх2}$, $\bar{d}_{вых1} = \bar{d}_{вых2}$, $V_1 = V_2$ оставались величинами постоянными.

При $\bar{f}_{вх1} \neq \bar{f}_{вх2}$ и $\tilde{f}_{вх1} = \bar{f}_{вх1} / \bar{f}_{вх2} \neq 1$ нарушается симметрия распределения аксиальных и тангенциальных компонент скоростей (рис. 3) и давлений потока относительно среднего поперечного сечения устройства.

При $\tilde{f}_{вх1} = 0,5$ и $\bar{f}_{вх1} = 0,02$, $\bar{f}_{вх2} = 0,04$ во второй половине рабочего объема устройства формируется выходной вихрь, мощность которого возрастает по мере продвижения к выходному отверстию первой половины. В выходных отверстиях наблюдаются осевые обратные токи, проникающие в камеру почти до среднего сечения.

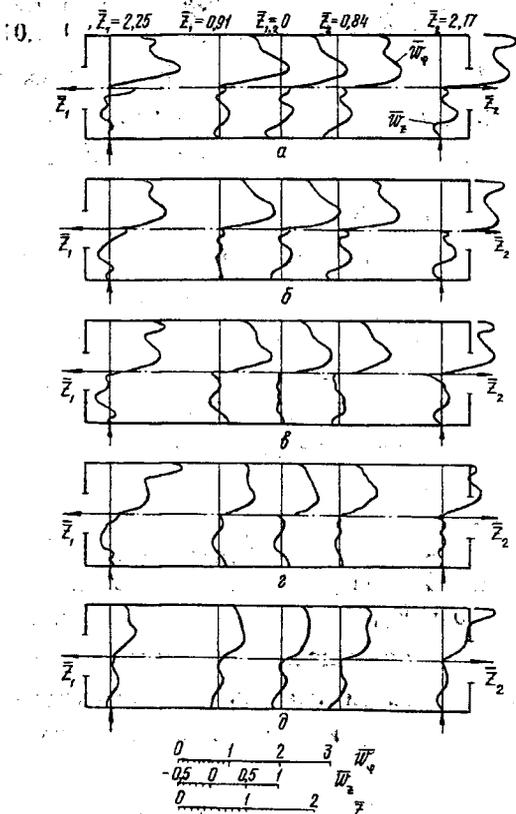


Рис. 3. Распределения безразмерных тангенциальной и осевой компонент полной скорости в рабочем объеме циклонного устройства ($\bar{f}_{вх2} = 0,04$) при различных значениях $\bar{f}_{вх1}$: а - 0,08; б - 0,06; в - 0,04; г - 0,02; д - 0,00

Таблица 2

$\tilde{f}_{\text{вх1}}$	$\bar{w}_{\phi m}$	$\bar{r}_{\phi m}$	$\bar{w}_{\phi \alpha}$	\bar{r}_{α}	$\bar{w}_{z m}$	$\bar{r}_{z m}$	$\bar{p}_{c.k}$	$\bar{p}_{c.вх}$	$\zeta_{\text{вх}}$	$\zeta_{\phi m}$
2,0	1,44	0,34	0,90	0,81	0,08	0,46	3,58	3,76	4,38	2,11
	1,28	0,26	1,02	0,65	0,33	0,45	3,53	3,65	5,90	3,57
1,5	1,17	0,34	0,79	0,76	0,17	0,46	2,67	2,78	3,52	2,56
	1,16	0,30	0,92	0,68	0,22	0,45	2,86	2,90	4,59	3,41
1,0	1,00	0,40	0,70	0,74	0,18	0,46	2,10	2,26	3,25	3,25
	1,01	0,39	0,69	0,74	0,10	0,47	2,02	2,10	3,12	3,08
0,5	0,74	0,40	0,65	0,69	0,08	0,46	1,44	1,66	4,06	7,41
	0,69	0,39	0,50	0,78	0,07	0,51	1,00	1,03	1,45	3,04
0,0	0,53	0,52	0,42	0,64	0,10	0,40	0,89	1,01	1,98	7,06
	0,53	0,39	0,52	0,59	0,06	0,45	0,89	1,01	1,99	7,12

Уменьшение $\tilde{f}_{\text{вх1}}$ до 0 приводит к общему снижению уровня вращательных скоростей в рабочем объеме. При этом скорость $v_{\text{вх1}}$ обратно пропорционально возрастает, что заметно по распределениям \bar{w}_{ϕ} в периферийной зоне течения. При увеличении $\tilde{f}_{\text{вх1}} > 1$ также наблюдается перестройка поля осевых скоростей. Симметрия распределения \bar{w}_z относительно среднего поперечного сечения рабочего объема нарушается тем в большей степени, чем выше $\tilde{f}_{\text{вх1}}$. В первой половине начинает формироваться периферийный прямой вихрь, являющийся продолжением периферийного обратного вихря второй части камеры. Одновременно наблюдается повышение мощности выходного вихря, причем он начинает зарождаться и формироваться в первой половине камеры.

Процесс перестройки поля аксиальных скоростей определяет и общие изменения аэродинамических характеристик (рис. 3 и табл. 2). В качестве масштабной в табл. 2 и на рис. 3 принята условная средняя скорость потока в шлицах ($v_{\text{ср}} = 0,5 (v_{\text{вх1}} + v_{\text{вх2}})$). При анализе данных следует иметь в виду, что изменение $\tilde{f}_{\text{вх1}}$ по условиям проведения опытов обратно пропорционально изменяет $v_{\text{вх1}}$, а следовательно, и масштабную величину $v_{\text{ср}}$.

Размерные значения $w_{\phi m}$ и $p_{c.k}$ по длине рабочего объема устройства практически одинаковы.

Значения $\bar{w}_{\phi m}$ и $\zeta_{\text{вх}}$ циклонной камеры с двухсторонним выводом газов при различных $\tilde{f}_{\text{вх1}}$, $\tilde{f}_{\text{вх2}}$, $\bar{d}_{\text{вх1}} = \bar{d}_{\text{вх2}}$, $V_1 = V_2$ можно определить по следующим уравнениям:

при $0 < \tilde{f}_{\text{вх1}} \leq 1$

$$\bar{w}_{\phi m}^H = \bar{w}_{\phi m}^C (0,53 + 0,47 \tilde{f}_{\text{вх1}}); \quad (5)$$

при $1 \leq \tilde{f}_{\text{вх1}} \leq 2$

$$\bar{w}_{\phi m}^H = \bar{w}_{\phi m}^C (0,69 + 0,31 \tilde{f}_{\text{вх1}}); \quad (6)$$

при $0,5 \leq \tilde{f}_{\text{вх1}} \leq 2$

$$\zeta_{\text{вх1}}^{\text{H}} = \zeta_{\text{вх1}}^{\text{с}} (0,4 \tilde{f}_{\text{вх1}}^{-1,26} + 0,6 \tilde{f}_{\text{вх1}}); \quad (7)$$

$$\zeta_{\text{вх1}}^{\text{H}} = \zeta_{\text{вх1}}^{\text{с}} (0,95 \tilde{f}_{\text{вх1}} + 0,05). \quad (8)$$

В третьей серии опытов рассмотрена аэродинамика циклонного устройства с двухсторонними симметричными геометрическими условиями вывода и ввода газов, но с различными входными скоростями или расходами газов в первой и второй его половинах. При этом в первой половине входная скорость потока выдерживалась примерно постоянной, во второй — изменялась. Уменьшение $\tilde{v}_{\text{вх2}} = v_{\text{вх2}} / v_{\text{вх1}}$ приводит к общему снижению уровня тангенциальных и аксиальных скоростей (рис. 4).

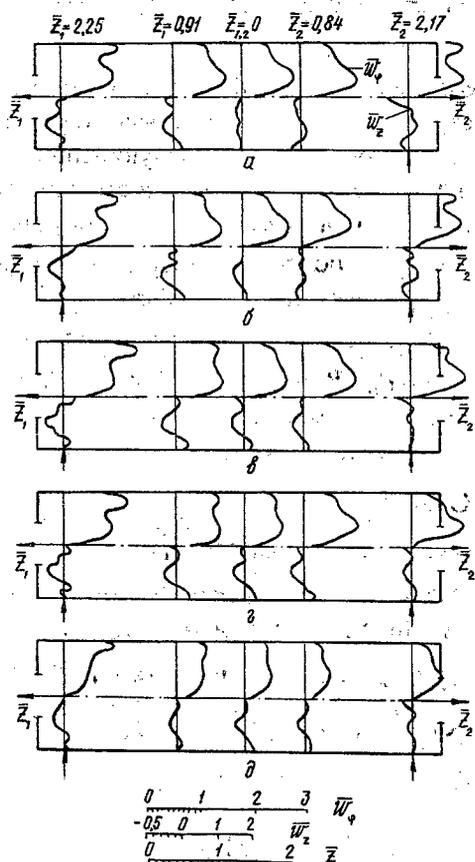


Рис. 4. Распределения безразмерных тангенциальной и осевой компонент полной скорости в рабочем объеме циклонного устройства при различных значениях $v_{\text{вх2}}$ и $v_{\text{вх1}}$: а — 35,1 м/с; 35,0 м/с; б — 26,1; 35,8; в — 17,2; 35,1; г — 12,0; 35,6; д — 0,0 м/с; 35,8 м/с

Таблица 3

$\bar{v}_{\text{вх}2}$	$\bar{w}_{\text{фм}}$	$\bar{r}_{\text{фм}}$	$\bar{w}_{\text{фя}}$	$\bar{r}_{\text{я}}$	$\bar{w}_{\text{зм}}$	$\bar{r}_{\text{зм}}$	$\bar{p}_{\text{с.к}}$	$\bar{p}_{\text{с.вх}}$	$\zeta_{\text{вх}}$	$\zeta_{\text{фм}}$
1,00	1,00	0,40	0,70	0,74	0,18	0,46	2,10	2,26	3,25	3,25
	1,01	0,39	0,69	0,74	0,10	0,47	2,02	2,10	3,12	3,08
0,73	0,89	0,34	0,74	0,71	0,15	0,46	1,77	1,64	3,37	4,25
	0,90	0,39	0,69	0,74	0,11	0,45	1,71	1,66	2,43	3,00
0,49	0,89	0,28	0,81	0,65	0,18	0,40	2,11	2,36	4,29	5,42
	0,97	0,39	0,62	0,83	0,03	0,26	1,76	1,69	2,15	2,28
0,34	0,88	0,46	0,86	0,60	0,18	0,40	2,32	2,54	4,90	6,33
	0,96	0,39	0,65	0,78	0,01	0,20	1,78	1,65	1,89	2,05
0,00	0,49	0,46	0,53	0,56	0,07	0,46	0,79	0,88	1,83	7,58
	0,58	0,45	0,41	0,64	0,01	0,20	0,79	0,88	1,87	5,63

Наиболее заметная перестройка осевых скоростей наблюдается во второй половине устройства. Связана она, вероятно, с понижением мощности периферийного обратного вихря, последующей его ликвидацией и заменой на периферийный прямой вихрь. Мощность выходного вихря при снижении $\bar{v}_{\text{вх}2}$ уменьшается. Образуется кольцевой обратный вихрь, который, пройдя через вторую половину камеры, сливается с выходным вихрем первой. При $\bar{v}_{\text{вх}2} = 0$ циклонное устройство работает по схеме с односторонним вводом газов (ввод газов в первую половину). В ранее рассмотренных опытах односторонний вариант ввода газов в устройство, но в его вторую половину, имел место при $\bar{f}_{\text{вх}1} = 0$.

Изменение $\bar{w}_{\text{фм}}$ и $\bar{p}_{\text{с.к}}$ вдоль рабочего объема устройства сравнительно невелико. Однако при $\bar{v}_{\text{вх}2} < 0,73$ имеется небольшое повышение уровня $\bar{w}_{\text{фм}}$ и снижение $\bar{p}_{\text{с.к}}$ в направлении выходного отверстия второй половины камеры. Основные аэродинамические характеристики потока в рассматриваемом устройстве при различных $\bar{v}_{\text{вх}2}$ приведены в табл. 3.

Значения $\bar{w}_{\text{фм}}$ и $\zeta_{\text{вх}}$ для циклонных камер с двухсторонним выводом газов при различных $v_{\text{вх}1}$, $v_{\text{вх}2}$, $\bar{d}_{\text{вых}1} = \bar{d}_{\text{вых}2}$, $\bar{f}_{\text{вх}1} = \bar{f}_{\text{вх}2}$ можно рассчитать по следующим формулам:

при $0 < \bar{v}_{\text{вх}2} \leq 1$

$$\bar{w}_{\text{фм}1}^{\text{H}} = \bar{w}_{\text{фм}1}^{\text{C}} (2,1 \bar{v}_{\text{вх}2}^3 - 3,81 \bar{v}_{\text{вх}2}^2 + 2,20 \bar{v}_{\text{вх}2} + 0,49); \quad (9)$$

$$\bar{w}_{\text{фм}2}^{\text{H}} = \bar{w}_{\text{фм}2}^{\text{C}} (2,5 \bar{v}_{\text{вх}2}^3 - 4,40 \bar{v}_{\text{вх}2}^2 + 2,32 \bar{v}_{\text{вх}2} + 0,58); \quad (10)$$

при $0,33 \leq \bar{v}_{\text{вх}2} \leq 1$

$$\zeta_{\text{вх}1}^{\text{H}} = \zeta_{\text{вх}}^{\text{C}} (0,83 \bar{v}_{\text{вх}2}^{-0,57} + 0,17 \bar{v}_{\text{вх}2}); \quad (11)$$

$$\zeta_{\text{вх}2}^{\text{H}} = \zeta_{\text{вх}}^{\text{C}} (0,4 \bar{v}_{\text{вх}2}^{2,4} + 0,6). \quad (12)$$

Результаты двух последних серий опытов были обработаны с использованием приведенной площади входа потока в камеру [3].

$$\bar{f}_{\text{вх.прив}} = \frac{4f_{\text{вх.прив}}}{\pi D_k^2} = \bar{f}_{\text{вх1}} + \bar{v}_{\text{вх2}} \bar{f}_{\text{вх2}}. \quad (13)$$

В результате получены следующие расчетные уравнения:

$$\bar{W}_{\text{фт1}}^{\text{H}} = \bar{W}_{\text{фт1}}^{\text{C}} [(\bar{f}_{\text{вх.прив}})^{-1,5} + 1,50 \bar{f}_{\text{вх.прив}} - 1,50]; \quad (14)$$

$$\bar{W}_{\text{фт2}}^{\text{H}} = \bar{W}_{\text{фт2}}^{\text{C}} (\bar{f}_{\text{вх.прив}})^{1,8}; \quad (15)$$

$$\zeta_{\text{вх1}}^{\text{H}} = \zeta_{\text{вх1}}^{\text{C}} [(\bar{f}_{\text{вх.прив}})^{-1,7} + 1,85 \bar{f}_{\text{вх.прив}} - 1,85]; \quad (16)$$

$$\zeta_{\text{вх2}}^{\text{H}} = \zeta_{\text{вх2}}^{\text{C}} [0,04 (\bar{f}_{\text{вх.прив}})^{4,5} + 1,36 \bar{f}_{\text{вх.прив}} - 0,40]. \quad (17)$$

Здесь $\bar{f}_{\text{вх.прив}}^{\text{H}} = \bar{f}_{\text{вх.прив}}^{\text{H}} / \bar{f}_{\text{вх.прив}}^{\text{C}}$ — отношение приведенных площадей входа потока для устройств с двухсторонними несимметричным и симметричным вводами газов.

Таким образом, параметры $\bar{d}_{\text{вых}}$, $\bar{f}_{\text{вх}}$ и $\bar{v}_{\text{вх}}$ позволяют активно воздействовать на общую схему осевых движений и структуру потока в циклонных устройствах с двухсторонним выводом газов. С технической точки зрения, вероятно, наибольший интерес представляет использование для этих целей $\bar{f}_{\text{вх}}$ и $\bar{v}_{\text{вх}}$.

Следует обратить внимание на то, что установленные в работе особенности аэродинамики циклонных устройств с двухсторонним выводом газов относятся к случаю ввода газов, смещенному к выходному торцу рабочего объема в обеих геометрических половинах устройства. (Такой ввод потока рекомендован [2] для повышения кратности внутренней рециркуляции газов.) Если по технологическим требованиям применена другая схема ввода, то для анализа аэродинамики циклонного устройства с двухсторонним выводом газов в первом приближении можно использовать имеющиеся разработки для циклонных камер с их односторонним выводом [2].

Выводы

1. Результаты выполненных опытов позволили установить общую схему механизма массообмена в рабочем объеме циклонных устройств с двухсторонними несимметричными условиями ввода и торцевого вывода потока.
2. Относительные площади входа и выхода газов являются геометрическими параметрами, оказывающими наиболее эффективное воздействие на аэродинамику рабочего объема циклонных устройств с двухсторонним торцевым выводом газов.
3. Предложенные в работе обобщающие уравнения для определения относительной максимальной скорости и аэродинамического сопротивления циклонных устройств с двухсторонними несимметричными условия-

ми ввода и вывода газов обеспечивают необходимую точность расчетов и рекомендуются для практического использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Сабуров Э.Н., Карпов С.В. Циклонные устройства в деревообрабатывающем и целлюлозно-бумажном производстве / Под ред. Э.Н. Сабурова.- М.: Экология, 1993. - 368 с. [2]. Сабуров Э.Н. Циклонные нагревательные устройства с интенсифицированным конвективным теплообменом / АГТУ.- Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1995. - 341 с. [3]. Циклонные топки /Л.Л. Калишевский, Б.Д. Кацнельсон, Г.Ф. Кнорре и др.; Под общ. ред. Г.Ф. Кнорре и М.А. Наджарова.- М.; Л.: Госэнергоиздат, 1958. - 216 с.

Поступила 12 февраля 1997 г.

ЮБИЛЕИ

УДК 06.091

ИВАН ИВАНОВИЧ ГУСЕВ

7 марта 2000 г. исполнилось 70 лет профессору, доктору сельскохозяйственных наук, заведующему кафедрой лесной таксации и лесоустройства Архангельского государственного технического университета, академику РАЕН, заслуженному деятелю науки РФ Ивану Ивановичу Гусеву.

И.И. Гусев родился в Горьковской области в семье лесничего. Его детство прошло на лесном кордоне. Потом были Муромцевский лесной техникум Владимирской области, Архангельский лесотехнический институт. После окончания института в 1953 г. И.И. Гусев связал свою судьбу с Севером, Архангельским лесотехническим институтом, кафедрой лесной таксации и лесоустройства. Здесь он стал аспирантом известного ученого-таксатора В.И. Левина, в 1962 г. успешно защитил кандидатскую, в 1978 г. – докторскую диссертацию. С 1975 г. Иван Иванович заведует кафедрой лесной таксации и лесоустройства. Продолжая традиции кафедры, И.И. Гусев сформировал научную школу по изучению строения, роста и продуктивности таежных ельников, занимается целенаправленным подбором и подготовкой новых поколений ученых-лесоводов, передавая им богатейший опыт и знания.

Иван Иванович является членом ряда диссертационных и методических советов Москвы, С.-Петербурга, Архангельска, членом НТС университета, руководителем научного направления «Повышение продуктивности лесов Европейского Севера и совершенствование ведения лесного хозяйства в них». За достигнутые успехи в научно-педагогической, методической и общественной работе он награжден знаком «Почетный работник высшего профессионального образования России», многими почетными грамотами.

И.И. Гусев активно занимается научными исследованиями. Обширный перечень его публикаций ежегодно пополняется новыми работами по таксации лесов Севера. Свидетельством признания серьезности и важности трудов ученого является присуждение гранта Минобразования России на изучение выборочных рубок. Его теоретические разработки являются методологической основой для многих научных исследований.

Сердечно поздравляя Ивана Ивановича со знаменательным юбилеем, многочисленные коллеги, ученики, последователи и единомышленники желают ему крепкого здоровья, энергии и новых творческих достижений.

Архангельский государственный
технический университет
Лесохозяйственный факультет
Кафедра лесной таксации и лесоустройства
Архангельское управление лесами

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Статьи, представляемые в журнал, следует оформлять в соответствии с ОСТ 29.115-88 «Оригиналы авторские и текстовые издательские. Общие технические требования». Объем статьи должен составлять 6–7 страниц машинописного текста, статьи библиографического характера – 3 страницы. Над названием статьи проставляется индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) на русском и английском языках и место работы. Рукописи направляются в редакцию в двух экземплярах, печатаются через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной 30 мм. Все страницы рукописи нумеруются. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные – двумя черточками сверху.

Для отличия от буквы О ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы обводятся красным карандашом, латинские – синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи в первый раз, пишутся полностью (в скобках указывается сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Имена иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы – на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы, номер тома, год издания, страницы).

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1 – 84 «Библиографическое

описание документа. Общие требования и правила составления» и должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы, и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в список литературы. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Иллюстрации представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для сканирования (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью на ватмане, тени на рисунках – при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка указывается его порядковый номер и фамилия автора. Подписи к рисункам прилагаются на отдельном листе.

Рукопись должна быть подписана автором, должны быть написаны дата ее отправки, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Для ускорения публикаций статей текст необходимо представлять на дискете 3,5 дюйма.

При отправке статьи электронной почтой обязательно наличие рукописи в двух экземплярах и всех необходимых документов.

Для компьютерной верстки журнала используется IBM PC совместимые компьютеры и программы, работающие в среде Windows. Для компьютерного набора статей предпочтительно применение текстового процессора Word for Windows.

Для рисунков и фотографий представляются графические файлы в форматах BMP, PCX, TIF (разрешение 300 – 600 dpi).

К статье должны быть приложены краткий реферат, аннотация, рекомендация кафедры, экспертное заключение, две фотографии (6x7 см) и биографии авторов (фамилия, имя, отчество, год рождения и окончания вуза (какого), ученая степень, звание, должность и место работы, число печатных работ, область научных исследований).

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Оттиски статей авторам не высылаются.

Отдельные экземпляры журнала могут быть высланы наложенным платежом по заявкам.

Подписывайтесь

на второе полугодие 2000 г.

на журнал
«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ»

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ»

Индекс 70368

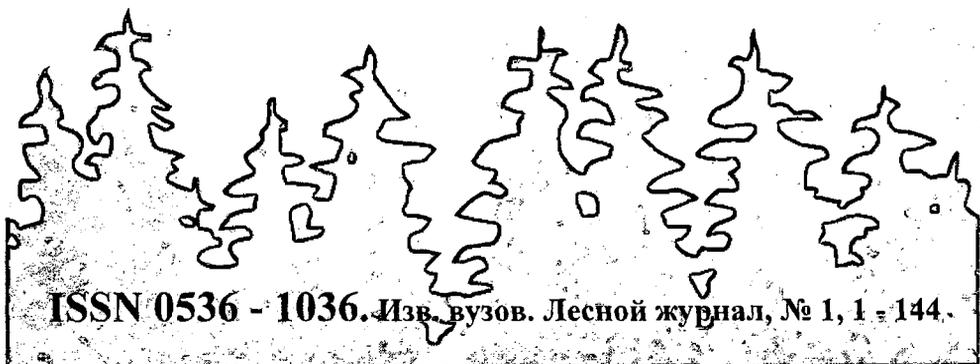
«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца. Стоимость трех номеров 105 руб., доплаты за услуги связи устанавливаются по регионам.

Подписка принимается органами «Роспечати».

Подписка на журнал может быть оформлена через редакцию. (Наш расчетный счет 40503810100000000286 в ГРКЦ г. Архангельска, БИК 041117001, ИНН 2901039102.) Копию платежного поручения или денежный перевод с указанием адреса и фамилии подписчика просим выслать в редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, отдельные номера журнала высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163002, г. Архангельск,
наб. Северной Двины, 17, АГТУ, «Лесной журнал».



ISSN 0536 - 1036. Изв. вузов. Лесной журнал, № 1, 1 - 144.