

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБЫШЕВА

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

3

1989

АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), доц. О. М. Соколов (зам. гл. редактора), проф. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), проф. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), канд. техн. наук Н. Г. Багаев, проф. Н. М. Белая, проф. С. П. Бойков, проф. Ю. Г. Бутко, проф. А. В. Веретенников, доц. Е. Д. Гельфанд, проф. И. И. Гусев, проф. Р. Е. Калитеевский, проф. А. Н. Кириллов, проф. Н. П. Коваленко, проф. Э. Д. Левин, проф. Е. Г. Мозолевская, доц. О. А. Неволин, проф. А. Н. Обливин, проф. А. Р. Родин, д-р биол. наук Л. П. Рысин, проф. В. П. Рябчук, проф. Е. Д. Сабо, проф. В. И. Санев, канд. с.-х. наук С. Г. Синицын, проф. Н. И. Федоров, проф. В. Я. Харитонов, канд. с.-х. наук Г. А. Чибисов, проф. Г. М. Шутов, проф. В. В. Щелкунов, проф. А. А. Эльберт.

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

«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. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3

Ст. редактор Н. П. Бойкова. Редактор З. Ф. Кекишева. Корректор Л. Л. Аксенова.

Сдан в набор 27.03.88. Подписан в печать 8.06.89. Сл. 00106.
Форм. бум. 70 × 108^{1/16}. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,775. Усл. кр.-отт. 12,775. Уч.-изд. л. 15,51. Тираж 1 580 экз. Заказ 2339. Цена 1р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17, тел. 4-13-37.

Типография издательства «Правда Севера», 163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32

ПЕРЕСТРОЙКА В ДЕЙСТВИИ

К итогам мартовского (1989 г.) Пленума ЦК КПСС

Четвертый год по нашей стране идет перестройка: экономическая реформа в промышленности, коренные преобразования политической системы, крупные внешнеполитические акции... Настала очередь и для перестройки аграрного сектора. «Об аграрной политике КПСС в современных условиях», — так был сформулирован основной вопрос, обсуждавшийся на прошедшем 15—16 марта 1989 г. Пленуме ЦК КПСС.

Пленума ЦК КПСС по аграрной политике ждали. С ним связывали большие надежды, поскольку сельское хозяйство — это отрасль, которая в значительной степени определяет состояние всего народнохозяйственного комплекса, а снабжение населения продовольствием затрагивает интересы каждого советского человека. Аграрные проблемы широко и всесторонне обсуждались в партии, средствах массовой информации, кругах специалистов. Для решения накопившихся на селе проблем предлагались самые различные, зачастую исключаящие друг друга меры.

С докладом об аграрной политике партии выступил Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР М. С. Горбачев.

В отличие от предыдущих, результаты мартовского (1989 г.) Пленума нашли отражение не только в его постановлении, но и в целом ряде документов высших органов нашей государственной власти. Сюда относятся Указ Президиума Верховного Совета СССР «Об аренде и арендных отношениях в СССР», постановления Совета Министров СССР: «О коренной перестройке экономических отношений и управления в агропромышленном комплексе страны»; «Об улучшении продовольственного обеспечения населения страны на основе коренного повышения эффективности и дальнейшего развития агропромышленного производства»; «О программе социального развития села».

Материалы Пленума ЦК КПСС уже изучают в вузах по программам кафедр истории КПСС, политической экономии, научного коммунизма, экономики и организации производства. В качестве рекомендации при изучении решений и выводов мартовского Пленума, можно предложить вычлнить три различных аспекта анализа: практический, теоретический и методологический.

Практическое значение мартовского (1989 г.) Пленума ЦК КПСС состоит в выработке аграрной политики в современных условиях, включая конкретные цели, идеи, меры, способы и средства надежного обеспечения нашей страны продовольствием, развитие деревни и укрепление союза рабочего класса, крестьянства, трудовой интеллигенции города и села. На Пленуме подчеркнуто, что центральное место в аграрной политике должна занимать перестройка социалистических производственных отношений в деревне. Смысл экономических преобразований на селе — предоставить крестьянам широкие возможности для проявления самостоятельности, предприимчивости и инициативы, добиться такого положения, при котором крестьянин был бы подлинным хозяином на земле. Примечательно, что Пленум признал разнообразие форм хозяйствования: колхозы, совхозы, агрофирмы, агрокомбинаты, подсобные хозяйства предприятий, личные подсобные хозяйства, товаропроизводящие крестьянские (фермерские) хозяйства, основанные на личном труде.

По решению Пленума современная система управления агропромышленным комплексом должна базироваться на общих принципах нашей экономической реформы: переходе на экономические методы руководства, постепенном внедрении оптовой торговли, овладении рычагами товарно-денежных отношений. Упразднится Госагропром СССР и создается Государственная комиссия Совета Министров СССР по продовольствию и закупкам. Чтобы новая система управления агропромышленным комплексом в полной мере отвечала требованиям нашей политической реформы, вся полнота власти на селе должна перейти к местным Советам народных депута-

татов. При этом повышается роль трудовых коллективов, осуществляется подлинная демократизация на всех уровнях жизни общества.

На Пленуме был остро поставлен вопрос о необходимости масштабной и целенаправленной программы социальных преобразований в деревне: строительство дорог и жилья, создание современной социальной инфраструктуры на селе, улучшение социального и пенсионного обеспечения колхозников.

В постановлении Пленума записано: «На основе сочетания радикальных преобразований в экономических отношениях с ускорением научно-технического прогресса, социального переустройства села открывается возможность в ближайшее время снять остроту продовольственной проблемы, а в тринадцатой пятилетке обеспечить производство сельскохозяйственных продуктов, достаточное для устойчивого продовольственного снабжения населения».

Велик вклад Пленума в развитие марксистско-ленинской теории. Можно смело утверждать, что его решения и выводы являются современным развитием ленинской нэп. На нем по-новому был решен вопрос о соотношении общенародной и кооперативно-колхозной собственности. Вывод о их равноценности при социализме повлечет за собой серьезные изменения во взглядах на закономерности развития первой фазы коммунистической общественно-экономической формации.

Далеко идущие для марксистско-ленинской теории последствия будет иметь вывод мартовского (1989 г.) Пленума ЦК КПСС о правомерности и равноценности при социализме различных форм хозяйствования на селе — от колхозов и совхозов до хозяйств, основанных на личном труде.

Большое теоретическое значение имеют оценки и выводы Пленума о путях и средствах ликвидации существенных различий между городом и деревней, укреплении союза рабочего класса, крестьянства и трудовой интеллигенции на современном этапе. Все это, безусловно, вызовет глубокие сдвиги в преподавании общественных наук в вузах, серьезные изменения в их программах.

Новые методологические подходы к решению аграрных проблем, продемонстрированные мартовским Пленумом ЦК КПСС, могут быть широко использованы при перестройке и других отраслей народного хозяйства, в частности лесного, имеющего много общего с сельским.

Лесное хозяйство нашей страны, как и сельское, переживает сейчас нелегкие времена. Отсутствие подлинного хозяина в лесу, командно-административные методы управления привели к истощительному лесопользованию, массовым перерубам, громадным потерям ценного лесного сырья. Думается, для реализации разработанной Госкомлесом СССР общесоюзной программы «Лес» надо, по примеру сельского хозяйства, перейти от отраслевого принципа управления лесными делами к территориальному, обеспечить полномочия Советов не только над землей, но и над лесом в масштабах районов, областей и республик. Советы могут передавать лесные массивы в аренду трудовым коллективам. Директивное управление лесным хозяйством следует заменить экономическими методами руководства, при которых органы управления создаются снизу (арендаторами) на хозрасчетной основе.

На Пленуме ЦК КПСС был остро поставлен вопрос о необходимости масштабной и целенаправленной программы социальных преобразований на селе. А разве не нужна такая же социальная программа для жителей лесных поселков, которые не меньше сельчан страдают и от плохих дорог, и от неразвитой социальной инфраструктуры, и от оставляющей желать лучшего работы сферы бытового обслуживания?

Нет сомнений в том, что мартовский (1989 г.) Пленум ЦК КПСС явится знаменательной вехой в процессе перестройки экономики нашего общества. Изучение материалов Пленума поможет преподавателям и студентам вузов, всем трудящимся нашей страны глубже понять революционные изменения в обществе, в значительной мере обогатит наши представления о путях, средствах и методах совершенствования социализма.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*226

СМЕНА СОСНЫ ЕЛЬЮ В СВЯЗИ С РУБКАМИ
НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

Е. Г. ТЮРИН

Северное предприятие Леспроект

Значительная часть сосняков зеленомошной группы типов леса имеет еловый подрост [9], поэтому смена сосны елью при их совместном произрастании, особенно на суглинистых почвах, довольно широко распространена [3, 5, 6]. Она усиливается при рубках главного пользования как выборочных, так и особенно сплошных за счет сохранившегося подроста. Смену сосны елью при рубках главного пользования на Европейском Севере изучали многие таксаторы и лесоводы [1, 2, 4, 8, 11].

Еще при устройстве Сурского лесничества Пинежского уезда Архангельской губернии в 1908 г. известный исследователь северных лесов Э. И. Шабак отметил, что в сосновых насаждениях вследствие выборочных рубок «часто господство перешло от сосны к ели и данный сметник таксаторами был отнесен к еловому». Хотя сосновые насаждения в этом лесничестве занимали только 26 %, а ельники — 68 % покрытой лесом площади (421 тыс. десятин), в том же лесоустроительном отчете за 1908 г. отмечается, что «здесь до 1883 года сбытом пользовалась одна только сосна. При этом топор ходил в самые глухие и отдаленные от сплавных рек места в погоне за былой красотой северных лесов». В Сурском лесничестве теперь налицо все результаты такого векового «снятия сливок» [11].

Для изучения динамики смены сосновых насаждений еловыми в бывшем Сурском лесничестве нами выполнено сравнение их таксационных характеристик по данным лесоустройства разных лет: 1908, 1928, 1965 гг. путем выборки из таксационных описаний всех спелых сосновых выделов и переноса их границ на новые планы лесонасаждений масштаба 1 : 50 000. Сравнительная характеристика спелых сосновых выделов, пройденных выборочной рубкой в 1910—1920 гг. в Лавельском лесничестве Сурского лесхоза (по данным лесоустройства 1908 и 1928 гг.), дана в табл. 1. Приведенные цифры свидетельствуют о том, что на песчаных и супесчаных почвах зеленомошных типов леса смена сосняков на ельники приводит к снижению всех таксационных показателей производных насаждений.

Сравнительная характеристика сосновых насаждений, пройденных выборочными рубками в 1880—1900 гг., по данным таксации 1908 и 1965 гг. на площади 5 419 га в Сиверском лесничестве Конецгорского лесхоза Архангельской области, приведена в табл. 1.

Анализ таблицы показывает, что еловые насаждения, сформировавшиеся на месте бывших сосняков, даже в течение 60-летнего периода не смогли восстановить первоначальный запас сосновых насаждений и уступают им по этому показателю на 16 %. Разница могла быть и еще большей, если бы при таксации в 1908 г. для определения полноты древостоев не исключались деревья с диаметром менее 14 см на высоте 1,3 м, в результате чего общий запас на 1 га значительно занижался.

Таблица 1

Год устрой- ства	Чис- ло выде- лов	Пло- щадь, га	Состав	Вы- сота, м	Класс бонитета	Пол- но- та	За- пас, м³/га
					Тип леса		
Лавельское лесничество Сурского лесхоза							
1908	36	6 905	7СЗЕ, ед.Б,Ос,Л	19,6	<u>IV, 1</u> Бор, сметник	0,75	250
1928	52	6 733	8Е1С1Б, ед.Ос	16,8	<u>IV, 7</u> Бр, чер	0,49	130
Отклонения:							
абс.				—2,8	—0,60	—0,26	—120
%				—14,2	—15,0	—34,5	—48,0
Сиверское лесничество Концевгорского лесхоза							
1908	62	5 419	8С2Е + Б, ед.Л,Ос	19,1	<u>III, 8</u> Бор, сметник	0,64	195
1955— 1965	181	5 599	7Е2С1Б, ед.Ос	16,9	<u>IV, 3</u> Бр, чер	0,56	163
Отклонения:							
абс.				—2,2	—0,5	—0,08	—32
%				—11,5	—11,3	—12,5	—16,4

Изучение лесоустроительных материалов разных лет позволило выявить некоторое изменение типов леса и таксационных показателей в основных насаждениях, пройденных выборочными рубками (табл. 2).

Так, сравнение характеристик двух выделов по данным таксации 1908 и 1965 гг. показывает, что на месте чистого соснового насаждения IV класса бонитета типа бор бруснично-черничный в результате выборочных рубок 1918—1928 гг. образовалось три новых выдела V класса бонитета, два из которых представлены ельниками черничными и один — сосняком брусничным со вторым еловым ярусом. Второе смешанное сосновое насаждение с составом 6СЗЕ1Б 130—160-летнего возраста IV класса бонитета типа леса сметник (объединяющего черничник свежий и влажный) после выборочной рубки сформировалось в почти еловое со средним составом 8Е1С1Б 130...170 лет долгомошного типа леса, причем бонитет производного насаждения снизился на один класс, а запас — на 150 м³, или на 58 %.

Смену сосны елью после выборочных рубок в зеленомошных типах леса нам удалось наблюдать также в Онежском лесхозе Архангельской области, где сравнительная характеристика сосновых насаждений, пройденных рубками, по данным лесоустройства 1938 и 1965 гг. на площади более 2 тыс. га, показала, что сосновые насаждения после рубки за счет сохраненного подроста и тонкомера в течение 20...25 лет сменились ельниками с примесью 10...20 % сосны и березы. Хотя снижение таксационных показателей в ельниках Онежского лесхоза по сравнению с исходными сосняками менее выражено, чем в насаждениях Сурского лесхоза, однако и здесь встречались участки (особенно в Онежском лесничестве) бывших сосняков бруснично-черничных типов леса на песчаных и супесчаных почвах III и даже II классов бонитета, сменившихся ельниками IV—V классов бонитета.

Таким образом, изучение лесоустроительных материалов разной давности на площади более 14 тыс. га показывает, что смена сосняков ельниками на песчаных и супесчаных почвах приводит к снижению продуктивности на 1—2 класса бонитета, или на 25...58 % по запасу.

Таблица 2

Год лесо-устрой-ства	Но-мер квар-тала	Но-мер вы-дела	Пло-щадь, га	Состав	Ярус	Возраст, лет	Вы-сота, м	Класс бо-ните-та	Тип леса	Пол-нота	За-пас, м³/га
1908	87	t	39	10С, ед.Е,Б	I II	150...200	22	IV	Бор бр	0,7	280
1965	44	13	13	7ЕЗС+Б		160	15	V	Чер	0,5	110
		14	13	8Е2С+Б,Ос		180	18	V	»	0,7	210
		8	16	9С1Е+Б		220	17	V	Бр	0,3	80
				10Е		140	11	V	»	0,4	50
1908	87	м	30	6С3Е1Б		130...160	21	IV	Сметник чер	0,7	260
1965	4	31	9	8Е1С1Б		130	14	V	Дм	0,6	110
		35	22	9Е1Б+С		170	14	V	»	0,6	110

В результате интенсивной эксплуатации спелых сосняков на Европейском Севере их площади только за период 1961—1982 гг. сократились на 1,83 млн га, или на 22,3 %, в том числе в Вологодской области — на 8,7 %, Архангельской — на 16,9 % и Коми АССР — на 27,8 %.

Большое распространение смены сосны елью на сплошных концентрированных вырубках мы наблюдали в Удорском районе Коми АССР при устройстве этих лесхозов Северным предприятием Леспроект в 1985 г. Лесоустройство этих сырьевых баз выполнено в основном по II разряду точности с использованием цветных спектрорезональных аэрофотоснимков масштаба 1 : 15 000.

Технология разработки лесосек размером 1 × 2 км — сплошнолесосечная по методу узких лент с оставлением подроста и тонкомера хвойных пород. Пасечные волокна шириной 3...4 м прорубают под углом 45° к магистральным, ширина пасек равна 1,5...2 высотам древостоя. Результаты лесовосстановления сосняков, вырубленных в 1973—1985 гг. на площади более 110 тыс. га, по материалам лесоустройства приведены в табл. 3.

Анализ таблицы показывает, что после рубки сосновых древостоев хвойный подрост сохранился в среднем на 38,3 % их площади. Однако если учесть, что в сосняках лишайниковых, багульниковых, частично травяно-болотно-сфагновых преобладает сосновый подрост, то смена елью сосняков с еловым подростом в Удорском районе снизится до 30 %. На сосно-

вых вырубках средней подзоны тайги Коми АССР смена сосны елью по нашим исследованиям составляет около 10 % [8].

Из табл. 3 видно, что в районе рубятся наиболее производительные сосняки суходольных и долгомошных типов леса — 92,1 %. На вырубках сосняков долгомошно-сфагновых сохранилось 55,1...60,9 % площадей с подростом, а в лишайниково-зеленомошных типах леса только 18,1...38,4 %, что объясняется не большей обеспеченностью подростом этих типов леса, а меньшей его гибелью в зонах зимних лесозаготовок. Поэтому при изучении смены сосняков ельниками на вырубках, кроме технологий лесозаготовок необходимо учитывать структуру лесного фонда по типам леса, в пределах которых и следует анализировать размеры смены пород, а не обобщать ее в целом по сосновым древостоям, существенно различающимся обеспеченностью подростом, его породным составом и таксационными показателями [10].

При таксации производных лесов необходимо указывать в каждом выделе коренной тип леса и вести целевое хозяйство на восстановление

Таблица 3

Группа типов леса	Площадь древостоев		Успешные лесные культуры	Сохраненный подрост	Молодняки последующего возобновления		Вырубки
	всего, тыс. га %	в том числе с подростом, %			хвойные	лиственные	
Лишайниковый	$\frac{27,6}{25,0}$	43,6	38,6	18,1	29,0	1,0	13,3
Брусничный	$\frac{16,3}{14,8}$	33,0	15,7	38,4	22,8	8,8	14,3
Черничный	$\frac{31,7}{28,8}$	50,3	13,9	37,1	11,3	18,4	19,3
Долгомошный	$\frac{25,9}{23,5}$	70,8	6,3	55,1	11,0	9,2	18,4
Травяно-болотный	$\frac{3,2}{2,9}$	50,2	—	52,4	15,1	16,2	16,3
Сфагновый	$\frac{5,7}{5,0}$	69,4	—	60,9	11,9	6,0	21,2
Итого	$\frac{110,4}{100}$	51,8	16,4	38,3	18,6	9,8	16,9

древостоев главной породы. Лесоустройство должно проектировать лесоводственные мероприятия, направленные на максимальное использование лесорастительных условий для формирования и выращивания высокопроизводительных сосняков, на что указывал М. Е. Ткаченко еще в 1931 г. [7]. Если мы допустили смену пород в сосняках, в том числе и елью, то необходимо в кратчайшие сроки восстановить сосну во всех утраченных выделах. В этом — реальный резерв повышения продуктивности северных лесов.

Если учесть, что смена сосняков на ельники весьма длительна и устойчива, а выход крупной деловой древесины в спелых сосняках III класса бонитета на супесчаных почвах в 3—4 раза выше, чем в ельниках IV бонитета на этих же почвах, при средней ее таксовой стоимости на 25 % больше, чем еловой (соответственно 1,6 и 1,2 р. за 1 м³), то нежелательность смены сосны елью в условиях Севера будет вполне очевидной.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев С. В., Молчанов А. А. Сплошные рубки на Севере. — Вологда: Севтранслес, 1938. — 136 с. [2]. Мелехов И. С. Рубки главного пользования. — М.: Лесн. пром-сть, 1966. — 374 с. [3]. Мелехов И. С. Лесоведение. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 406 с. [4]. Мелехов И. С., Листов А. А. Некоторые аспекты смены сосны елью на Европейском Севере СССР // Лесоведение. — 1980. — № 3. — С. 42—51. [5]. Морозов Г. Ф. Учение о лесе. Вып. 1. — СПб., 1912. — 83 с. [6]. Сукачев В. Н. Растительные сообщества (введение в фитоценологию). — Л.; М.: Книга, 1928. — 232 с. [7]. Ткаченко М. Е. Концентрированные рубки, эксплуатация и возобновление леса. — М.; Л.: Сельколхозгиз, 1931. — 176 с. [8]. Тюрин Е. Г. Динамика состава смешанных сосновых молодняков с возрастом // Лесоведение. — 1978. — № 1. — С. 46—53. [9]. Тюрин Е. Г. Обеспеченность подростом северных лесов // Лесн. хоз-во. — 1981. — № 4. — С. 36—38. [10]. Тюрин Е. Г. Молодые леса Коми АССР // Леса и лесное хозяйство Коми АССР. — Сыктывкар, 1981. — С. 55—82. [11]. Шабак Э. И. Лесоустроительный отчет по исследованию и устройству Сурской сборной дачи Пинежского уезда Архангельской губернии: Рукопись. — 1908. — 262 с.

УДК 630* : 629.114.2.001.5

СИНТЕЗ ПРИВОДА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА С ПАССИВНЫМ И АКТИВНЫМ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

В. И. ВАРАВА, А. Н. ЧУКИЧЕВ, Ю. А. ДОБРЫНИН

Ленинградская лесотехническая академия, ЛенНИИЛХ*

Машинно-тракторные агрегаты (МТА) работают, как правило, в тяжелых условиях. Поэтому уже на стадии проектирования следует обеспечивать повышенные требования к надежности их конструкций.

Технический уровень привода предопределяется синтезом его структуры и оптимизацией параметров. Поскольку решение первой задачи неоднозначно и существенно зависит от технологического процесса, выполняемого агрегатом, то целесообразно использовать эффективные методы композиции модели с применением блочной структуры связей и уравнений взаимодействия на границах участков. Расчетные модели привода МТА с пассивным и активным рабочими органами представим в виде одномерных и двумерных цепных систем. Задачу синтеза таких систем можно решить последовательно: вначале композицией одномерной модели с помощью матриц переноса, а затем двумерной — посредством блоков связей [1].

Осуществим композицию одномерной крутильной системы МТА с пассивным рабочим органом, выполняющим плужную обработку почвы. Для реализации этого процесса система должна состоять из трех основных участков (рис. 1): 1 — участок моментов инерции I_d вращающихся частей двигателя и узлов трансмиссии трактора, приведенных к коленчатому валу; 2 — участок связей (в общем случае упруго-диссипативных) между энергоисточником и орудием с искомыми параметрами комплексного вида $\alpha = c + i\omega\beta$; 3 — участок поступательно движущихся масс МТА — m_a , приведенных к коленчатому валу двигателя, $I_a = m_a r^2 i_T^{-2}$, где r — радиус ведущих колес трактора, i_T — передаточное число трансмиссии.

В двигателе формируются эффективный крутящий момент M_e и неуравновешенные гармоники газовых и инерционных сил $M_d(t)$, т. е. $M_d = M_e + M_d(t)$. На ведущих колесах трактора реализуется тяговое усилие P_k и крутящий момент M_k , соответствующий моменту сопротивления движению МТА и воспринимаемый трансмиссией трактора: $M_k = P_k r (i_T \eta_T)^2$, где η_T — коэффициент полезного действия трансмиссии. В связи с движением трактора по микрорельефу возникает дополнительное динамическое воздействие полигармонического или случайного характера и полный момент сопротивления составит $M_a = M_k + M_a(t)$.

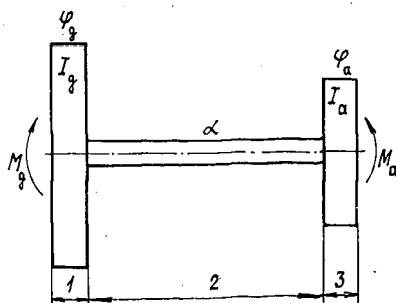


Рис. 1

Матрицы переноса рассматриваемых участков трансмиссии с внешними воздействиями на границах M_d , M_a соответственно равны [2]

$$a_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -I_d \omega^2 & 1 \end{pmatrix}; \quad a_2 = \begin{pmatrix} 1 & \alpha^{-1} \\ 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad a_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -I_a \omega^2 & 1 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Синтезируем нестационарный процесс трогания с места МТА с пассивным рабочим органом уравнением взаимодействия на границах участков 1, 2

$$\varphi_{j+1} = \alpha_{11}\varphi_j + \alpha_{12}M_j;$$

$$M_{j+1} = \alpha_{21}\varphi_j + \alpha_{22}M_j$$

с учетом граничных условий $\varphi_{j+1} = \varphi_a = 0$, $M_{j+1} = M_a$, $M_j = M_e$, как произведение первых двух матриц переноса (1)

$$a = a_2 a_1 = a_{21} = \begin{pmatrix} 1 - \alpha^{-1} I_d \omega^2 & \alpha^{-1} \\ -I_d \omega^2 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} 0 = \alpha_{11}\varphi_d + \alpha_{12}M_e, \\ M_a = \alpha_{21}\varphi_d + \alpha_{22}M_e. \end{cases} \quad (2)$$

Решая систему относительно реакции M_a , получаем:

$$M_a = \frac{M_e \alpha}{\alpha - I_d \omega^2} = M_e \frac{c + i\omega\beta}{c - I_d \omega^2 + i\omega\beta} \text{ и } M_a^2 = M_e^2 \frac{c^2 + \omega^2 \beta^2}{(c - I_d \omega^2)^2 + \omega^2 \beta^2}. \quad (3)$$

Из экстремальных уравнений критериальной функции $M_a^2(\omega^2, c)$ найдем оптимальные значения управляемых параметров системы

$$\partial M_a^2 / \partial \alpha_k = 0 \quad (k = c, \beta); \quad 2c = I_d \omega^2; \quad \beta^2 = 0,5cI_d. \quad (4)$$

Таким образом, получаем квазиоптимальную упруго-диссипативную силовую передачу с параметрами жесткости c и демпфирования β . Значение угловой скорости ω принимаем минимально возможным по условию прочности связи, ниже основной гармоники неуравновешенных сил двигателя $\omega \leq 0,1 \omega_d$.

Синтезируем стационарный режим работы МТА для плужной обработки почвы с граничными условиями $M_{j+1} = M_j = M_e$ матрицей динамического состояния как произведение трех матриц переноса (1)

$$a = a_3 a_2 a_1 = a_{31} = \begin{pmatrix} 1 - I_d \omega^2 / \alpha & 1/\alpha \\ -\omega^2 [I_a + I_d (1 - I_a \omega^2 / \alpha)] & 1 - I_a \omega^2 / \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_{11} \alpha_{12} \\ \alpha_{21} \alpha_{22} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

или соответствующей системой уравнений

$$\begin{cases} \varphi_a = \alpha_{11}\varphi_d + \alpha_{12}M_e, \\ M_e = \alpha_{21}\varphi_d + \alpha_{22}M_e. \end{cases} \quad (6)$$

Введем деформацию второго участка $\Theta = \varphi_a - \varphi_d$ и вычислим реакцию привода

$$M = \alpha \Theta = \frac{M_e \alpha}{\alpha - I \omega^2} = M_e \frac{c + i\omega\beta}{c - I \omega^2 + i\omega\beta}; \quad I = \frac{I_d I_a}{I_d + I_a}. \quad (7)$$

Функционально она совпала с решением (3), $I_d \rightarrow I$. Поэтому минимизация этой реакции определит оптимальные параметры, аналогичные (4):

$$2c = I \omega^2; \quad \beta^2 = 0,5cI. \quad (8)$$

В частности, для агрегата трактор Т-25 + плуг ПН-30 ($I = 0,22 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $\omega_d = 190 \text{ с}^{-1}$, $2c_{ш} = 40 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $2\beta_{ш} = 0,6 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}$) по форму-

лам (8) получаем: $\omega = 19 \text{ с}^{-1}$, $c \leq 40 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $\beta = 2,1 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}$ или приведенные к оси ведущих колес $c = 8 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $\beta_0 = 4 \cdot 200 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}$.

В итоге стационарный режим нагружения подтверждает и уточняет квазиоптимальную характеристику и устанавливаемые параметры (4) трансмиссии агрегируемого трактора. С учетом динамического возмущения $M_d(t)$ расчетные выражения (8) усложняются, но количественно отличаются незначительно от этого решения.

Выполнение технологического процесса МТА с активным рабочим органом обуславливает наличие двух ветвей трансмиссии (рис. 2): на привод рабочего органа лесохозяйственной машины I_Φ и на привод ходовой системы трактора I_Π , обеспечивающей поступательное движение всего агрегата. Эффективный момент двигателя в этом случае расходуется на преодоление моментов сопротивления движению и вращению рабочего органа $M_e = M_\Pi + M_\Phi$. В этом случае композицию двухмерной блочной системы целесообразно осуществлять из рассмотренных выше одномерных инерционно-жесткостных блоков $\alpha_j - I_j \omega^2$ и блоков упруго-диссипативной связи $\alpha_j = c_j + i \omega \beta$ между ними. Введем позиционные координаты Θ_1 , Θ_2 каждого блока $\alpha_j - I_j \omega^2$, изменяемые относительно положения равновесного состояния динамическим воздействием $M_d(t)$ двигателя. Тогда расширенная матрица динамического состояния крутильной системы примет вид

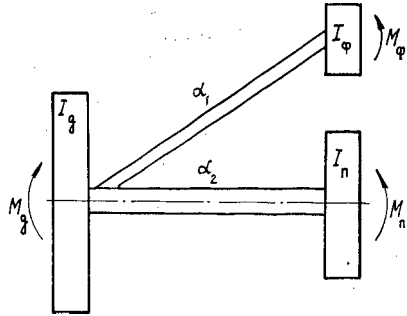


Рис. 2

$$A_p = \begin{pmatrix} \alpha_1 - I_1 \omega^2 & \alpha_2 I_1 / I_d \\ \alpha_1 I_2 / I_d & \alpha_2 - I_2 \omega^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_d I_1 / I_d \\ M_d I_2 / I_d \end{pmatrix}; \quad I_{1,2} = \frac{I_i I_d}{I_i + I_d}, \quad i = \Phi, \Pi. \quad (9)$$

По диагонали матрицы (9) расположены инерционно-жесткостные блоки, а параллельно — упруго-диссипативные связи между ними.

За критерий качества силовой передачи примем реакцию наиболее нагруженной приводной ветви активного рабочего органа лесохозяйственной машины и ее дисперсию как интегральное значение критерия

$$M_1 = \alpha_1 \Theta_1; \quad D_{M_1} = (c_1^2 + \omega^2 \beta_1^2) D_{\Theta_1} \quad (10)$$

и вычислим по матрице (9) передаточную функцию (ПФ)

$$\begin{aligned} \eta_{\Theta_1}(i\omega) &= \frac{I_1 I_2}{I_\Pi I_d \Delta(i\omega)} (c_2 - I_\Pi \omega^2 + i\omega \beta_2); \\ \Delta(i\omega) &= (\alpha_1 - I_1 \omega^2)(\alpha_2 - I_2 \omega^2) - \alpha_1 \alpha_2 I_1 I_2 I_d^{-2} = \\ &= I_1 I_2 \left[(i\omega)^4 + (i\omega)^3 \left(\frac{\beta_1}{I_1} + \frac{\beta_2}{I_2} \right) + (i\omega)^2 \left(\frac{c_1}{I_1} + \frac{c_2}{I_2} + \chi \beta_1 \beta_2 + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + i\omega \chi (\beta_1 c_2 + \beta_2 c_1) + \chi c_1 c_2 \right] \right]; \\ \chi &= \frac{I_\Phi + I_\Pi + I_d}{I_\Phi I_\Pi I_d}, \end{aligned} \quad (11)$$

где $\Delta_1(i\omega)$ — определитель, полученный из детерминанта $\Delta(i\omega)$ заменой первого столбца столбцом свободных членов матрицы (9).

Вычислим дисперсию реакции (10) для ПФ (11) и постоянного спектра воздействия $S_0 = \text{const}$ при сосредоточении основного демпфирования в приводной ветви лесохозяйственной машины ($\beta_2 \approx 0$)

$$D_{M_1} = S_0/2I_d (\beta_1 + c_1 I_1^2/\beta_1 I_d). \quad (12)$$

Минимизируя выражение (12) $D_{M_1} \rightarrow \min$, получаем:

$$c_1 \rightarrow \min; \quad \beta_1^0 \rightarrow \text{opt}; \quad (\beta_1^0)^2 = c_1 I_1^2/I_d. \quad (13)$$

Для оптимальных параметров упруго-диссипативной связи имеем минимум динамической нагруженности трансмиссии

$$D_{M_1}^{\min} = S_0 \beta_1^0/I_d = S_0 I_1/I_d \sqrt{c_1/I_d}. \quad (14)$$

В частности, для агрегата трактор Т-150К + лесопожарный грунтомет ГТ-3 ($c_1 = 2,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$, $c_2 = 14 \text{ кН} \cdot \text{м}$, $I_1 = 1,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $I_2 = 0,3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $I_d = 3,9 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $\beta_1 \rightarrow 0$) по решениям (13), (14) имеем: $c_1 \approx 500 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $\beta_1^0 \approx 12 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}$, $\sigma_{M_1}^{\min} \approx 1,8 \sqrt{S_0} \text{ кг} \cdot \text{м}$.

При сосредоточении основного демпфирования в приводной ветви трансмиссии ходовой системы трактора ($\beta_1 \approx 0$) дисперсия момента в ветви привода рабочего органа составит

$$D_{M_1}^1 = c_1^2 D_{\theta_1} = \frac{S_0}{2\beta_2} \left[\frac{(c_1 I_2 - c_2 I_1)^2}{c_1 I_2^2} + \beta_2^2 \frac{I_1}{I_2 I_n} + \frac{c_2 I_1^2}{I_d^2} \right]. \quad (15)$$

Минимизируя критериальную функцию $D_{M_1}(\beta_1, c_1)$, определяем оптимальные параметры упруго-диссипативной связи:

$$\beta_2^2 = \frac{I_n}{c_1} \frac{(c_1 I_2 - c_2 I_1)^2 + c_1 c_2 I_1^2 I_2^2 I_d^{-2}}{I_1 I_2}; \quad c_1 = c_2 \frac{I_1}{I_2} \quad (16)$$

и минимум критерия качества

$$D_{M_1}^{1\min} = S_0 \beta_2 \frac{I_1}{I_2 I_n} = \frac{S_0 I_1}{I_d} \sqrt{\frac{c_1}{I_n}}; \quad \beta_2^2 = c_1 I_n I_2^2 I_d^{-2}. \quad (17)$$

Сопоставляя значения критериев (14) и (17), находим, что для реального соотношения моментов инерции рассматриваемой системы $I_n \ll I_d$ при сосредоточении основного демпфирования в приводной ветви ходовой системы трактора ($\beta_1 \approx 0$) нагруженность в ней существенно возрастает. При этом жесткости блоков распределяются пропорционально моментам инерции (16).

Рассмотрим случай слабой связи между блоками. Здесь дисперсия реакции основного по нагруженности блока

$$D_{M_1} = \frac{S_0 I_1}{2I_d^2} (\beta_1 + c_1 \frac{I_1}{\beta_1}); \quad (\beta_1^0)^2 = c_1 I_1; \quad D_{M_1}^{\min} = \frac{S_0 I_1 \beta_1^0}{I_d^2} \quad (18)$$

несколько ниже рассмотренного случая (12), $I_1 < I_d$. Очевидно, что при синтезе ветвей динамическая нагруженность изменяется незначительно.

Расчетные параметры (4), (8), (13), (16), (17) представляют значения, приведенные к коленчатому валу двигателя. Реальные их величины находятся по условиям сохранения квадратичных функций

$$I^0 = I i^2; \quad c^0 = c i^2; \quad \beta^0 = \beta i^2, \quad (19)$$

где i — передаточное число трансмиссии от двигателя к элементу блока.

Необходимость сосредоточения основного демпфирования в ветви привода лесохозяйственной машины, где передается до 90 % мощности двигателя трактора, обуславливает установку автономного демпфирующего устройства в трансмиссии лесохозяйственной машины уже на стадии проектирования. Это устройство исключает необходимость установки дополнительного демпфера крутильных колебаний в трансмиссии трактора. Расчетные параметры привода, вводимые на стадии проектирования или модернизации конструкций лесохозяйственных МТА, могут быть получены из зависимостей (8) применительно к МТА с пассивным, и из (13) — к МТА с активным рабочими органами.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Варава В. И. Синтез расчетных моделей амортизации лесотранспортных машин // Повышение технического уровня и качества машин для лесозаготовок и лесного хозяйства: Межвуз. сб. науч. тр.—Л.: ЛТА, 1985.—С. 14—18. [2]. Вибрация в технике. Т. 6. / Под ред. К. Ф. Фролова.—М.: Машиностроение, 1981.—452 с.

Поступила 3 мая 1988 г.

УДК 621.825 : 630* : 65.011.54

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТА ДВУХПОТОЧНОЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТЫ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ СРАБАТЫВАНИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

В. Р. КАРАМЫШЕВ

Воронежский лесотехнический институт

Лесохозяйственные машины, имеющие разветвленный привод, целесообразней защищать от перегрузок двухпоточными предохранительными муфтами. Стоимость защиты в этом случае значительно снижается, так как вместо двух предохранительных муфт используется одна [1, 6].

Однако при всех достоинствах двухпоточных предохранительных муфт [1, 6] они, как и обычные однопоточные конусные [5, 7], обладают невысокой точностью ограничения нагрузки. Этот недостаток устранен в новой двухпоточной конусной предохранительной муфте [2], разработанной в Воронежском лесотехническом институте.

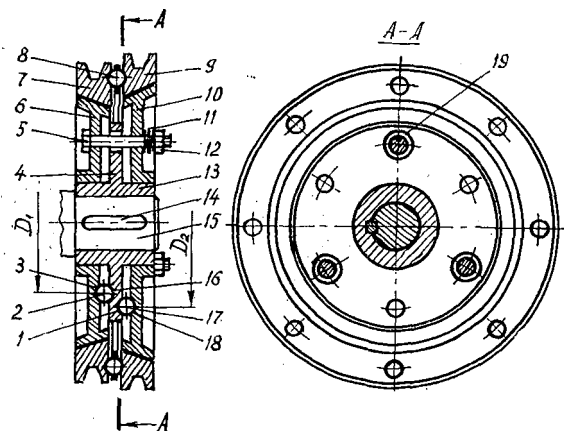


Рис. 1. Принципиальная конструктивная схема муфты

Муфта (рис. 1) состоит из ведущей полумуфты, выполненной в виде диска 4 со ступицей 13, неподвижно установленной на ведущем валу 15 при помощи шпонки 14, и охватываемых элементов 6 и 10, установленных свободно с возможностью осевого перемещения на ступице 13 с обеих сторон диска 4. Диск 4 и охватываемые элементы 6 и 10 соединены между собой шариками 2 и 17, установленными на разных диаметрах D_1 и D_2 и помещенными в конические углубления 16 и 3, 1 и 18, выполненные на торцевых поверхностях диска 4 и охватываемых элементов 6 и 10. Охватываемые элементы 6 и 10 контактируют по конусным поверхностям трения, имеющим разные средние радиусы трения, с охватывающими их ведомыми полумуфтами (шківками) 7 и 9, углы наклона которых обращены друг к другу. Контактующей паре 6 и 7 с меньшим средним радиусом трения соответствует и меньший диаметр D_1 установки шариков 2, а контактирующей паре 10 и 9 с большим средним радиусом трения — больший диаметр D_2 установки шариков 17. Охватывающие ведомые полумуфты 7 и 9 разделены телами качения 8, размещенными в сепараторе и установленными в дорожках качения ведомых полумуфт 7 и 9. Пружины сжатия 11, смонтированные на регулировочных болтах 5, создают давление на конусных поверхностях трения. Усилие пружин регулируется гайками 12. Для прохода регулировочных болтов 5 в диске 4 выполнены сквозные отверстия 19.

Крутящий момент от ведущего вала 15 через диск 4, шарiki 2 и 17 и охватываемые элементы 6 и 10 передается за счет сил трения на ведомые охватывающие полумуфты 7 и 9, а затем на рабочие объекты. При этом в месте контакта шариков 2 и 17 с коническими углублениями 3 и 18 охватываемых элементов 6 и 10 возникают разжимающие осевые усилия, которые разгружают поверхности трения от усилия нажимных пружин, обеспечивая автоматическое регулирование передаваемых моментов. В силу различия средних радиусов трения конусных поверхностей охватываемого элемента 6 с полумуфтой 7 и охватываемого элемента 10 с полумуфтой 9 при одной и той же силе сжатия пружин 11 каждая фрикционная пара передает различные по величине крутящие моменты. Так как шарiki 2 и 17 установлены на разных диаметрах, то и разжимающие осевые силы зависят от передаваемых моментов каждой фрикционной пары.

При перегрузке одного из объектов, связанного, например, с охватывающей полумуфтой 9, последняя останавливается, разжимающие осевые силы в месте контакта шариков 17 с коническими углублениями 18 охватываемого элемента 10 возрастают, а сила трения на конических поверхностях для данной пары снижается, момент настройки ее уменьшается, в результате происходит срыв контактирующих поверхностей с последующей пробуксовкой элемента 10. Точность срабатывания в этом случае повышается. В то же время охватываемый элемент 6 и охватывающая полумуфта 7 замкнуты (в случае отсутствия перегрузок в данный момент для этой пары) и, опираясь на тела качения 8, продолжают совместно вращаться и передавать крутящий момент на второй объект.

Поскольку средние радиусы трения каждой фрикционной пары разные, то и моменты срабатывания их также различны.

При передаче номинального крутящего момента и при перегрузках диск 4 несколько смещается относительно охватываемых элементов 6 и 10 в ту или другую сторону (в зависимости от направления вращения). Поэтому, чтобы регулировочные болты 5 не мешали перемещению диска 4, диаметры сквозных отверстий 19 должны быть больше диаметра регулировочных болтов на суммарную величину перемещений.

В противном случае (если диск 4 касается болтов) муфта не будет обладать

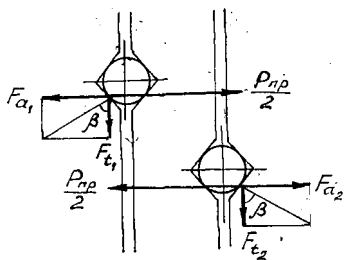


Рис. 2. Схема сил

повышенной точностью срабатывания, а превратится в обычную предохранительную.

Силы, действующие на двухпоточную предохранительную муфту повышенной точности срабатывания, в основном те же, что и у ранее рассмотренной [6], за исключением осевого усилия F_a (рис. 2), которое, уменьшая силу сжатия пружин P_{np} , способствует отключению муфты, повышая точность ее срабатывания. Поэтому формула для определения нажимного усилия обычной двухпоточной предохранительной муфты [6] в этом случае запишется в другом виде (применительно к одной паре контактирующих полумуфт)

$$P_{np} - F_a = \frac{4T_n \sin \alpha}{D_{cp}f - 2f_k d_{ш}n \sin \alpha} - \frac{m\omega_c^2 D_0 n}{4 \operatorname{tg} \delta}, \quad (1)$$

или

$$P_{np} = \frac{4T_n \sin \alpha}{D_{cp}f - 2f_k d_{ш}n \sin \alpha} - \frac{m\omega_c^2 D_0 n}{4 \operatorname{tg} \delta} + F_a, \quad (2)$$

где T_n — передаваемый момент;

α — угол наклона конических поверхностей трения;

D_{cp} — средний диаметр контакта поверхности трения;

f — коэффициент трения скольжения;

f_k — коэффициент трения качения;

$d_{ш}$ — диаметр опорного шарика;

n — число опорных шариков;

m — масса опорного шарика;

ω_c — угловая скорость сепаратора;

D_0 — диаметр окружности, проходящей через центры опорных шариков;

δ — угол контакта опорного шарика с дорожками полумуфты.

Осевая сила, согласно рис. 2:

$$F_a = F_t / \operatorname{tg} \beta, \quad (3)$$

где F_t — окружное усилие;

β — угол наклона углублений под разжимающие шарики.

Учитывая, что $T_n = F_t \frac{D}{2}$, осевая сила найдется как:

$$F_a = 2T_n \operatorname{tg} \beta / D, \quad (4)$$

где D — диаметр расположения разжимающего шарика (рис. 1).

Подставив (4) в (2), после преобразований получим формулу для определения передаваемого новой муфтой крутящего момента:

$$T_n = \frac{\left(P_{np} + \frac{m\omega_c^2 D_0 n}{4 \operatorname{tg} \delta}\right) \left(\frac{D_{cp}f}{2 \sin \alpha} + f_k d_{ш}n\right)}{1 + \left(\frac{D_{cp}f}{2 \sin \alpha} + f_k d_{ш}n\right) \frac{\operatorname{tg} \beta}{D}}. \quad (5)$$

Для обычной двухпоточной предохранительной муфты T_n [6]

$$T_n = \frac{1}{2} \left(P_{np} + \frac{m\omega_c^2 D_0 n}{4 \operatorname{tg} \delta}\right) \left(\frac{D_{cp}f}{2 \sin \alpha} + f_k d_{ш}n\right). \quad (6)$$

Сравнивая формулы (5) и (6), видим, что в двухпоточной предохранительной муфте повышенной точности срабатывания передаваемый момент в меньшей степени зависит от изменения коэффициентов трения, так как в (5) они входят и в числитель, и в знаменатель.

Если пренебречь трением на опорных шариках, то выражение (5) примет вид:

$$T_{\pi} = \frac{\left(P_{\text{нр}} + \frac{m\omega_c^2 D_0 n}{4 \operatorname{tg} \delta} \right) \frac{D_{\text{ср}} f}{2 \sin \alpha}}{1 + \frac{D_{\text{ср}} \operatorname{tg} \beta}{2 \sin \alpha D} f}. \quad (7)$$

Обозначив $\frac{D_{\text{ср}} \operatorname{tg} \beta}{2 \sin \alpha D} = C$, получим:

$$T_{\pi} = \frac{\left(P_{\text{нр}} + \frac{m\omega_c^2 D_0 n}{4 \operatorname{tg} \delta} \right) \frac{D_{\text{ср}}}{2 \sin \alpha} f}{1 + Cf}. \quad (8)$$

Коэффициент C для муфт повышенной точности срабатывания [3] называют конструктивным параметром, который в нашем случае зависит от среднего диаметра контакта поверхностей трения и угла их наклона, диаметра расположения разжимающих шариков и угла наклона углублений под них.

Полученные формулы для определения усилия нажимных пружин и передаваемого момента являются главными силовыми характеристиками двухпоточной предохранительной муфты повышенной точности срабатывания. Они служат основой для расчета остальных ее параметров, которые находятся, как для обычных двухпоточных и однопоточных предохранительных муфт [7, 8] с учетом конструктивного параметра C , равного 2...4 [3].

На специальном стенде [4] были проведены сравнительные экспериментальные исследования точности ограничения нагрузки двухпоточной предохранительной муфты повышенной точности срабатывания и обычной двухпоточной предохранительной муфты при частоте вращения 250 мин^{-1} , что в основном соответствует режимам использования предохранителей многих лесохозяйственных машин (например, у фрезы ФЛУ-0,8 частота вращения вала, на котором установлены предохранительные муфты, равна 246 мин^{-1} у фрезы ФПШ-1,3 — 250 и 300 мин^{-1}).

Исследуемые муфты имели одинаковые размеры и регулировались на один и тот же момент.

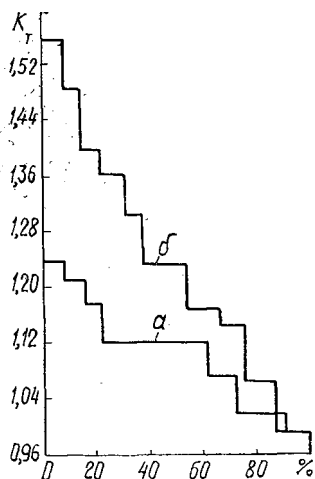


Рис. 3. Распределение коэффициента точности срабатывания: а — двухпоточная предохранительная муфта повышенной точности срабатывания; б — обычная двухпоточная предохранительная муфта

Точность ограничения нагрузки оценивали по коэффициенту точности срабатывания k_T

$$k_T = T_{\max} / T_{\min}, \quad (9)$$

где $T_{\max}$ и $T_{\min}$ — предельные значения моментов при срабатывании муфты.

Исследования показали, что точность ограничения нагрузки новой муфты возросла на 25 % по сравнению с обычной двухпоточной предохранительной муфтой.

Для большей наглядности исследуемые муфты оценивали и по распределению коэффициента точности срабатывания в зависимости от выбранного числа выключений (в процентах) — рис. 3. Из рисунка видно, что около 40 % выключений новой муфты соответствует коэффициенту точности срабатывания 1,12, у обычной двухпоточной предохранительной муфты этого не наблюдается.

За время испытаний не происходило нарушений в работе новой муфты и других нежелательных явлений.

Таким образом, экспериментальные исследования подтвердили работоспособность двухпоточной предохранительной муфты повышенной точности срабатывания и ее преимущество перед обычной двухпоточной предохранительной муфтой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1016586 СССР, МКИ³ F 16 D 7/02. Фрикционная предохранительная муфта / В. Р. Карамышев (СССР).— № 3293621/25-27; Заявлено 01.06.81 // Открытия. Изобретения.— 1983.— № 17.— С. 139. [2]. А. с. 1073507 СССР, МКИ³ F 16 D 7/02. Фрикционная предохранительная муфта / В. Р. Карамышев (СССР).— № 3533218/25-27; Заявлено 07.01.83 // Открытия. Изобретения.— 1984.— № 6.— С. 121. [3]. Запороженко Р. М. О характеристиках предохранительных муфт повышенной точности срабатывания // Машиностроение.— 1971.— № 1.— С. 48—52.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Карамышев В. Р. Стенд для исследования муфт // Машиностроитель.— 1981.— С. 38. [5]. Карамышев В. Р., Нартов П. С. Повышение надежности работы предохранительных муфт лесохозяйственных машин.— Воронеж: ВГУ, 1983.— 140 с. [6]. Карамышев В. Р., Нартов П. С. К расчету предохранительной муфты разветвленных систем приводов лесохозяйственных машин // Лесн. журн.— 1984.— № 1.— С. 25—27.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Поляков В. С., Барбаш И. Д., Ряховский О. А. Справочник по муфтам.— Л.: Машиностроение, 1979.— 334 с. [8]. Тепенкичев В. К. Предохранительные устройства от перегрузки станков.— М.: Машиностроение, 1968.— 112 с.

Поступила 27 августа 1985 г.

УДК 630*232.315.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ И ПОЛОЖЕНИЯ СЕТЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОБЕСКРЫЛИВАТЕЛЕЙ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Л. Т. СВИРИДОВ

Воронежский лесотехнический институт

В работах [2, 4] по исследованию технологического процесса обескрыливания лесных семян в обескрыливателях периодического действия установлено, что использование сплошной сетчатой поверхности на барабане нецелесообразно из-за неодинаковой сепарации (прохода) и повреждения частиц в различных зонах сетчатого цилиндра. Наименее эффективной зоной прохождения частиц является верхняя часть поверхности обескрыливателя. Здесь же наблюдается и повышенное повреждение семян. Для обеспечения нормальных условий технологического процесса обескрыливания и уменьшения повреждения лесных семян предложено верхнюю часть цилиндра изготавливать из материала, предотвращающего сепарацию семян в этой зоне [2, 4], угол обхвата барабана сетчатой декой принимать не более 180° [3], а сепарирующее сетчатое дно выполнять с небольшим смещением относительно горизонтальной оси по ходу вращения рабочих органов [5]. Однако не были исследованы размеры рабочей поверхности существующих обескрыливающих устройств и ее конкретное положение при обработке различных видов семян, что в значительной мере затрудняет

создание высокоэффективного обескряливателя периодического действия.

Для определения размеров и положения сетчатой поверхности обескряливателей нами проведены экспериментальные исследования. При этом решались две основные задачи: 1) определить производительность (пропускную способность) и степень повреждения семян в различных зонах сетчатой поверхности обескряливающего барабана; 2) обосновать размер и положение (угол установки) этой поверхности по отношению к горизонтали.

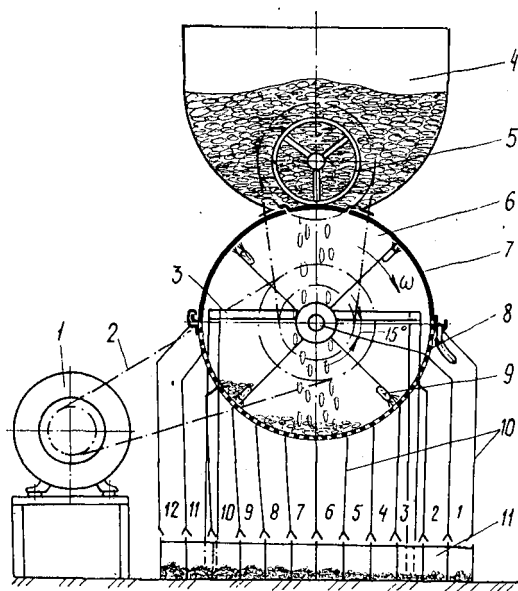


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки

Исследования проводили на экспериментальной установке (рис. 1), состоящей из загрузочного бункера 4 с питателем 5, обескряливающего барабана 6, выполненного в виде горизонтально установленного цилиндра с комбинированной рабочей поверхностью: верхняя часть 7 — из прорезиненного материала, а нижняя 8 — из сетки. Внутри барабана 6 размещен щеточный ротор 9, предназначенный для протирания семян через сетчатую поверхность. Сетчатая поверхность барабана 8 расположена симметрично вертикальной оси и разделена специальными отсекателями 10 на 12 равных секторов с углами 15° . Семена, протертые через отверстия сетчатой поверхности 8 барабана 6, собирали в специальные емкости 11. Бункер с барабаном устанавливали на специальной раме 3. В качестве привода использовали электродвигатель 1 с клиноременным приводом 2. Для проведения исследований были изготовлены различные съемные обескряливающие барабаны диаметром 240, 220 и 200 мм и длиной 320 мм. У всех барабанов площади сетчатых поверхностей равны половине их боковой поверхности.

Экспериментальные исследования состояли из двух этапов. На I этапе определяли закономерность протирания семян через сетчатую поверхность барабана в количественном и качественном отношении и устанавливали, в каких ее секторах производительность больше, а степень повреждения семян меньше. На II этапе проводили сравнительные испытания изготовленной по результатам исследований I этапа сетчатой поверхности (поверхностей) на различных семенах, смещая ее на определенный угол в сторону вращения щеточного ротора.

Для проведения исследований на первом этапе были взяты необескряленные семена сосны обыкновенной. Из них отбирали навеску, определяли повреждение семян и принимали ее в качестве контрольного образца. Затем для каждого опыта брали по 2 л необескряленных семян (270...300 г), обрабатывали при окружной скорости щеток 2,5 м/с, а собранные по каждому сектору семена подвергали количественному и качественному анализу. За количественный показатель принимали массу чистых семян, протертых через сетчатую поверхность, а за качественный — степень их повреждения по сравнению с контрольным образцом. Ввиду хорошей воспроизводимости полученных результатов, опыты проводили в 2-кратной повторности, а затем опре-

деляли среднее значение по каждому сектору сетчатой поверхности барабана. Точность опытов составила 2,5 ... 4,0 %.

Полученные результаты экспериментальных исследований I этапа статистически обработаны и представлены в табл. 1 и на рис. 2 для обескряливающего барабана диаметром 240 мм.

Таблица 1

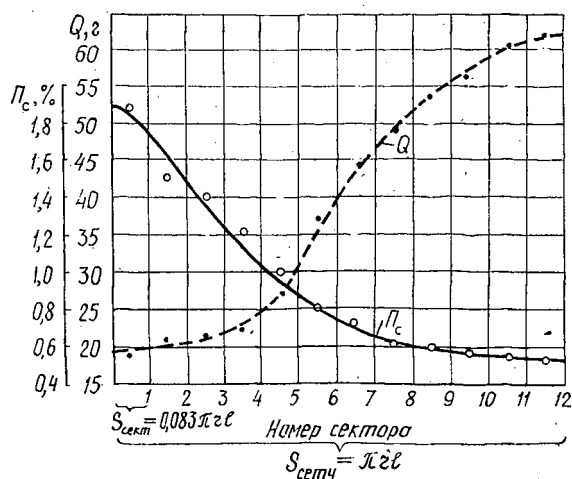
Номер сектора	Масса чистых семян		Масса поврежденных семян	
	г	%	г	%
1	18,9	3,97	0,35	1,86
2	21,2	4,46	0,32	1,52
3	21,5	4,52	0,30	1,39
4	22,1	4,65	0,27	1,22
5	27,2	5,72	0,28	1,03
6	38,8	7,74	0,30	0,81
7	43,4	9,13	0,32	0,74
8	49,6	10,43	0,33	0,60
9	54,5	11,46	0,33	0,60
10	56,0	11,80	0,33	0,59
11	60,3	12,26	0,34	0,56
12	63,9	13,44	0,35	0,56
Итого	475,4	100	3,9	0,82

Анализ табл. 1 свидетельствует, что в секторах 1—5 повреждение семян превышает 1 %, а масса протертых семян (производительность) в 3—3,5 раза ниже, чем в секторах 9—12. Представляется целесообразным те секторы, где наблюдается повреждение семян, перекрыть сеткой с размерами ячеек меньше среднего размера семян, т. е. рабочую поверхность выполнить секционной, а секторы, начиная с 12-го, несколько расширить, что будет способствовать повышению производительности.

Аналитическая оценка полученных данных (рис. 2) позволяет сделать вывод, что общая площадь сетчатой поверхности должна определяться выражением [1]:

$$S_{\text{сетч}} = S_{\text{м}} + S_{\text{к}} = (0,95 \dots 1,15) \pi r l, \quad (1)$$

Рис. 2. Масса протертых семян (производительность Q) и степень их повреждения (P_c) в различных секторах сетчатой поверхности обескряливателя



площадь из мелких ячеек

$$S_m = (0,2 \dots 0,25) \pi r l, \quad (2)$$

а площадь секции с крупными ячейками

$$S_k = (0,75 \dots 0,90) \pi r l, \quad (3)$$

где S_m — площадь секции из мелких ячеек;
 S_k — площадь секции из крупных ячеек;
 r — радиус барабана;
 l — длина барабана.

Площади из мелких и крупных ячеек должны быть размещены последовательно по ходу вращения щеточного ротора. Закономерность протирания семян указывает на то, что сетчатую поверхность барабана необходимо установить с наклоном в сторону вращения щеточного ротора.

Для определения оптимального угла установки этой поверхности нами проведен II этап экспериментальных исследований. При этом в описанном выше образце было предусмотрено изменение угла наклона сетчатой поверхности от 0 до 75° путем поворота ее вместе с барабаном относительно горизонтальной оси.

Испытания проводили на семенах сосны обыкновенной, ели обыкновенной, лиственницы сибирской и вяза мелколистного. Для этого были изготовлены сетчатые поверхности с секциями из мелких и крупных ячеек и площадями, определяемыми выражениями S_m и S_k . Размеры мелких и крупных ячеек сетчатой поверхности для каждой из пород представлены в табл. 2.

Таблица 2

видов	Размер ячеек, мм	
	мелких	крупных
Сосна обыкновенная	2,0 × 2,0	2,4 × 2,4
Ель обыкновенная	1,8 × 1,8	2,2 × 2,2
Лиственница сибирская	2,5 × 2,5	2,9 × 2,9
Вяз мелколистный	2,2 × 2,2	2,7 × 2,7

Методика проведения исследований заключалась в следующем. Брели семена одной из пород. Сетчатую поверхность барабана с соответствующими размерами мелких и крупных ячеек устанавливали симметрично относительно вертикальной оси, т. е. угол установки был равен нулю. Обработывали одинаковые порции семян. Ввиду хорошей воспроизводимости результатов, опыты проводили в 2-кратной повторности. Протертые семена отделяли от примесей, продувая их на парусном классификаторе. Эти семена взвешивали, устанавливали степень повреждения. Затем сетчатую поверхность поворачивали на 15° и обрабатывали следующую порцию семян, определяя массу протертых чистых семян и степень повреждения. Такие опыты проводили при углах установки сетчатой поверхности барабана 30, 45 и 60° для каждой породы семян. Полученные данные обработаны, их средние значения представлены в табл. 3.

Анализ данных табл. 3 показывает, что установка сетчатой поверхности под углом 15° приводит к росту производительности в среднем на 5...7 % и снижению повреждения семян на 0,1...0,2 %, под углом 30° соответственно на 12...15 % и 0,15...0,30 %, под углом 45° — на 15...17 % и 0,15...0,25 %. Увеличение угла до 60° хотя несколько и повышает производительность по сравнению с углом 30 и 45°, однако при этом растет степень повреждения семян на 0,1...0,12 %. Это объясняется, очевидно, тем, что при превышении угла 45° заклиниваются частицы в отверстиях сетчатой поверхности из-за ухудшения их протирания в верхней части барабана, а щеточный ротор, многократно воздействуя на семена, повреждает их. Поэтому для обескряпителей диаметром 240 мм и выше сетчатую поверхность следует устанавливать под углом 30...45° относительно горизонтальной плоскости в сторону

Таблица 3

Порода	Показатели	Угол установки сетчатой поверхности барабана, град				
		0	15	30	45	60
Сосна обыкновенная	Масса чистых семян, г	190,2	205,6	220,7	230,1	232,0
	В том числе поврежденных:					
	г	2,10	1,90	1,85	2,1	2,4
Ель обыкновенная	Масса чистых семян, г	242,6	267,8	284,5	291,0	293,2
	В том числе поврежденных:					
	г	2,64	2,48	2,50	2,62	2,84
Лиственница сибирская	Масса чистых семян, г	402,7	436,1	470,8	482,5	485,2
	В том числе поврежденных:					
	г	4,15	4,05	4,10	4,25	4,57
Вяз мелколистный	Масса чистых семян, г	60,5	66,3	71,6	73,5	74,6
	В том числе поврежденных:					
	г	0,70	0,68	0,66	0,70	0,76
	%	1,16	1,02	0,92	0,95	1,04

вращения щеточного ротора, а ее размер принимать в пределах $S_{\text{сетч}} = (0,9 \dots 1,05) \pi r l$.

Результаты экспериментальных исследований для обескряливателей диаметром 200...220 мм аналогичны. Однако полученные данные для углов 45 и 60° как по производительности, так и по повреждению семян почти одинаковы. Поэтому для таких обескряливателей угол установки сетчатой поверхности можно увеличить до 60°, а ее размер принимать в пределах $S_{\text{сетч}} = (1,1 \dots 1,15) \pi r l$.

Выводы

1. Размер сетчатой поверхности обескряливателей диаметром 200...220 мм принимать равным $S_{\text{сетч}} = (1,1 \dots 1,15) \pi r l$, а диаметром 240 мм и выше — $S_{\text{сетч}} = (0,95 \dots 1,05) \pi r l$, и выполнять эту поверхность секционной, состоящей из мелких и крупных ячеек, с площадями: $S_m = (0,2 \dots 0,25) \pi r l$ и $S_k = (0,75 \dots 0,90) \pi r l$, размещая их последовательно по ходу вращения щеточного ротора.

2. Сетчатую поверхность обескряливателей диаметром 200...220 мм устанавливать под углом 30...60°, а для обескряливателей диаметром 240 мм и выше — соответственно под углом 30...45° к горизонтали в сторону вращения щеточного ротора.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1286131 СССР, МКИ⁴ А 01 G 23/00. Машина для обескряливания лесных семян / Л. Т. Свиридов (СССР).— № 3902994/30-15; Заявлено 09.04.85, Бюл. № 4 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 4.— С. 4. [2]. Полупарнев Ю. И., Свиридов Л. Т. Исследование технологического процесса обескряливания лесных семян // Машины и орудия для механизации лесозаготовок и лесн. хоз-ва: Межвуз. сб. науч. тр.— Л., 1979.— Вып. 9.— С. 55—58. [3]. Свиридов Л. Т. Зональная сепарация семян в обескряливателях радиального типа.— М.: ЦБНТИлесхоз, 1981.— С. 10—11. (Экспресс-информ.— Вып. 6). [4]. Свиридов Л. Т. Исследование процесса сепарации семян в обескряливающем барабане семяочистительной машины // Бюл. / ВНИАЛМИ.— Волгоград, 1981.— Вып. 2 (36).— С. 44—47. [5]. Свиридов Л. Т. К вопросу обоснования рабочей поверхности обескряливателя радиального типа // Научно-техническое творчество молодых ученых лесному хозяйству: Тр. науч. конф. ВНИИЛМ.— Пушкино, 1984.— С. 319—325.— Деп. в ЦБНТИлесхозе 25.10.84, № 332 ЛХ—Д 84.

Поступила 6 апреля 1988 г.

УДК 591.52 : 578.087.1. : 632.913

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ НАСЕКОМЫХ-КАРПОБИОНТОВ В АСПЕКТЕ ОПТИМИЗАЦИИ ОБСЛЕДОВАНИЯ СЕМЕННЫХ БАЗ

Г. В. СТАДНИЦКИЙ, Ю. Л. КАПТЕН

Ленинградский технологический институт ЦБП

Всесоюзный институт защиты растений

Получение достоверной информации о численности вредителей шишек, плодов и семян затруднено из-за ряда причин: неравномерности размещения репродуктивных органов в кронах деревьев, периодичности плодоношения, эндофитного образа жизни и неравномерности распределения самих насекомых. Эти причины в совокупности делают учетные мероприятия весьма трудоемкими. Поэтому особенности пространственной структуры популяций карпобионтов необходимо учитывать как при разработке учетных программ, так и при проведении обследовательских и защитных мероприятий. Применительно к эндофитным видам, в отличие от экзофитных, этот вопрос почти не исследован.

Специфика пространственного распределения особей (ПРО) карпобионтов в период личиночного питания заключается, во-первых, в высокой степени их популяционной дискретности [5], а во-вторых, в том, что беспробные методы исследования пространственной структуры популяций, например анализ расстояний между особями [4], высот размещения объектов и т. п., в полевых условиях для этих насекомых малоприменимы. Поэтому наиболее целесообразно аппроксимировать характер размещения личинок карпобионтов на основе анализа распределения их численности в сериях проб по аналогии с экзофитными видами [7, 8, 10], для чего разработан ряд оценочных показателей — так называемых индексов скученности или гомогенности. Существуют, в частности, индекс дисперсии $(A_1 = \frac{\sigma^2}{\bar{x}})$, индекс средней скученности

Ллойда $(A_2 = \frac{\bar{x}^2 + \sigma^2 - \bar{x}}{\bar{x}})$, индекс Мура $(A_3 = \frac{2n_0n_2}{n_1^2})$, где $\bar{x}$ — число особей в пробе (плотность), σ^2 — дисперсия, n_0, n_1, n_2 — частоты проб пустых (без насекомых) с одной и двумя личинками соответственно. Распределение считается агрегированным при $A_1 > 1, A_2 \gg 1$ и $A_3 > 1$ [3]. При $\sigma^2 = \bar{x}$ распределение считается случайным, а при $\sigma^2 < \bar{x}$ — регулярным [4].

Цель данной работы — оценка названных индексов в популяциях карпобионтов хвойных пород, сопоставление их варьирования с задачами учетно-надзорных работ.

В связи с резкой периодичностью семеношения, в частности ели европейской, выборки шишек в отдельные годы весьма ограничены: в малоурожайные годы на 1 га лесного массива можно обнаружить всего 2...3 десятка шишек. Понятно, что степень скученности личинок карпобионтов связана не только с плотностью, но и с объемом урожая шишек. Как видим (табл. 1), чем больше шишек в кроне дерева, тем меньше плотность поселения трех основных карпобионтов ели, хотя в пределах участков разных типов леса и возраста имеются существенные различия и отклонения от приведенных в таблице усредненных

Таблица 1

Заселенность шишек ели европейской
насекомыми в связи с урожаем

Балл урожая по шкале В. Г. Кап- пера	Среднее число шишек, шт., в кроне дерева диаметром 18 ... 22 см	Начальная плотность поселения насекомых, экз. на шишку		
		Еловая шишковая листовертка	Еловая шишковая муха	Еловая шишковая галлица
0	Менее 1	95 ... 100	2 ... 6	18 ... 50
1	2 ... 4	66 ... 82	2 ... 4	10 ... 28
2	20 ... 27	30 ... 60	1,5 ... 3,0	8 ... 22
3	60 ... 72	12 ... 22	0,5 ... 1,5	12 ... 22
4	120 ... 144	1 ... 2	0,2 ... 0,8	2 ... 4
5	180 ... 216	0,5 ... 0,7	0,1 ... 0,8	1 ... 6

величин как по числу шишек, так и по степени их заселенности. По мере развития шишек и насекомых в них плотность и агрегированность уменьшаются за счет гибели части особей.

Таблица 2

Оценки ПРО карпобионтов ели европейской с помощью индексов скуенности

Но- мер вы- бор- ки	Дата сбора шишек	Балл уро- жая ши- шек	Объ- ем вы- бор- ки, шт.	Характеристики выборок					Индексы ску- ченности		
				$\bar{x}$	σ^2	n_0	n_1	n_2	A_1	A_2	A_3

Еловая шишковая листовертка

1	3.06.1966	2	16	63,7	322,0	0	0	0	5,1	67,7	Нет
2	12.06.1966	2	14	28,4	87,3	0	0	0	3,1	30,5	Нет
3	25.06.1966	2	32	7,2	20,3	2	2	1	2,8	9,0	1,0
4	25.08.1966	2	10	1,2	1,0	2	5	2	0,8	1,0	0,3
5	16.06.1969	3	11	13,2	89,7	0	0	0	6,8	19,0	Нет
6	8.07.1969	3	19	5,0	9,1	0	1	1	1,8	5,9	0
7	10.09.1969	3	10	3,7	6,3	1	1	2	1,4	4,4	4,0
8	25.10.1969	3	20	2,0	2,5	4	3	4	1,3	2,3	3,6
9	15.06.1969	3	27	0,7	0,5	12	11	4	0,7	0,5	0,8
10	3.07.1969	3	27	0,5	0,5	17	7	3	1,0	0,2	2,1
11	9.08.1969	3	37	0,6	0,9	25	5	5	1,5	1,0	10,0
12	Зима 1970/71	4	60	1,2	3,9	33	13	3	3,3	3,5	1,2

Еловая шишковая муха

13	1968	0	9	2,7	3,4	1	2	1	1,3	3,0	0,5
14	1969	3	7	1,8	1,8	1	2	1	1,0	1,8	0,5
15	1967	5	16	1,4	3,8	6	7	0	2,8	3,2	0

Еловая шишковая галлица

16	1966	2	18	19,0	36,6	0	0	0	3,2	17,7	Нет
17	1969	3	195	15,5	49,3	21	0	0	1,9	19,9	Нет
18	1970	4	60	3,7	37,4	22	8	7	10,1	12,8	4,8

Примечания. Выборки № 1—4, 5—8 и 9—11 из одного и того же насаждения и с одних и тех же или близко стоящих деревьев. Выборки № 1, 5 и 8 соответствуют начальной плотности поселения. 2. Выборки № 12—18 сделаны зимой и характеризуют конечную численность. Получены по данным выведения насекомых (№ 16—18) или учета повреждений (№ 13—15).

Вычисленные значения индексов показывают, что при сопоставлении с пороговыми величинами они могут давать разные оценки ПРО

даже для одних и тех же выборок. Так, для гусениц еловой шишковой листовертки (*Laspeyresia strobilella* L.) значение индекса $A_1 = 3,3$ указывает на агрегированный тип ПРО, а значение $A_2 = 3,5$ — на слабую агрегированность (табл. 2, выборка № 12). Это справедливо для выборок № 7 и 8 в той же табл. 2, а также для выборок № 13—15, касающихся еловой шишковой мухи (*Lasiomma anthracina* Cerny), и более того, значение $A_1 = 1$ характеризует ПРО как случайное.

Причины расхождения в оценках ПРО заключаются в особенностях самих индексов: они обладают различной чувствительностью (или разрешающей способностью) и очевидно являются различными количественными и показателями, характеризующими один качественно усредненный признак — скученность особей. Приведенные значения индексов для трех видов насекомых в шишках ели демонстрируют весь спектр переходов от случайного ПРО к агрегированному. Такого же мнения о нестрогости самого понятия «агрегированность» придерживаются Л. Р. Тейлор и др. [10]. Кроме того, из приведенных данных (табл. 2) видно, что скученность (агрегированность) в той или иной степени присуща насекомым во всех выборках. Это также соответствует выводам о доминировании агрегированности в природе [9].

С течением вегетационного периода ПРО карпобионтов меняется, хотя эти изменения могут носить неоднозначный характер.

На примере четырех последовательных выборок (№ 1—4 и 5—8, табл. 2) заметно уменьшение агрегированности по мере проявления факторов смертности. В другом объекте (выборки № 9—11) наблюдается противоположная тенденция, хотя, на первый взгляд, с течением времени агрегированность должна уменьшаться. Очевидно, что такая неоднозначность оценок динамики ПРО вызвана наличием различных соотношений между числом пустых шишек (при обильных урожаях и низкой начальной плотности оно возрастает по мере отмирания части особей) и максимальным количеством насекомых в шишках, которое при оптимальных для развития условиях может сохраняться. Последний показатель определяет длину «хвоста» распределения и, следовательно, дисперсию. В итоге соотношение между плотностью, дисперсией и встречаемостью нулевых или содержащих одну, две и т. д. особи проб в отдельных участках одного и того же насаждения могут оказаться различными. Следовательно, будут различаться и индексы агрегированности (A_3 может отсутствовать или равняться нулю). Поэтому к их конкретным значениям следует относиться с осторожностью и оценивать как самостоятельные показатели, по-разному характеризующие ПРО, а общий вывод делать на основе комплекса полученных значений индексов.

Поскольку ПРО карпобионтов всегда свойственна та или иная степень агрегированности, целесообразно проанализировать влияние последней на оценки скученности насекомых, получаемые при различных способах отбора проб. Понятно, что при случайном ПРО любой способ возможен в равной степени и уровень точности получаемых оценок средней численности (плотности) определяется числом взятых проб. При агрегированном ПРО число требуемых проб возрастает [4] и нарушается равная вероятность (независимость) получаемых оценок численности: например, наличие насекомых в одной шишке увеличивает вероятность того, что соседняя тоже заселена. Для устранения неоднородности исходного статистического материала в общем случае рекомендуется процедура рандомизации [1, 2]. Однако эффективность рандомизации применительно как к карпобионтам, так и другим жизненным формам насекомых остается малоизученной.

На примере личинок еловой шишковой галлицы (*Kaltenbachiola strobi* Winn.) исследовали влияние способа отбора проб на получаемые

Таблица 3

Средние значения заселенности шишек ели европейской
личинками еловой шишковой галлицы
при разных способах отбора проб
(истинная средняя для 195 шишек $\bar{x}_{195} = 15,5$)

Способ отбора проб (шишек)	Число шишек в вы- борке, шт.	Средняя заселен- ность, шт. на шишку		
		$\bar{x}_{\text{мин}}$	$\bar{x}_{\text{макс}}$	$\bar{x}$ для 5 вы- борок
Сплошной последовательный учет	10	7,5	19,5	13,7
	20	7,9	18,8	15,9
Систематический отбор с равными промежутками	10	11,8	19,1	16,8
	20	14,7	18,3	16,8
Случайно-произвольная выборка	10	15,0	19,6	17,3
	20	13,8	18,5	16,3
Строго рандомизированный	10	12,0	18,3	15,3
	20	13,6	16,5	15,3

оценки заселенности при фиксированном объеме выборки (см. табл. 3 и выборку № 17 в табл. 2). Исходный ряд значений числа личинок в шишке характеризуется агрегированностью ПРО и достаточно большим объемом, чтобы условно принять его в качестве генеральной совокупности. Испытывали четыре варианта отбора проб: последовательный отбор шишек (например, № 1—10 или 100—110 и т. п.), систематический отбор с равными промежутками между номерами проб (например, 15-я, 25-я, 35-я и т. д. шишки), произвольно-случайная выборка и строго рандомизированный отбор с определением учетной шишки по таблице случайных чисел. В каждом варианте использовали пять выборок объемом 10 и 20 шишек.

Как видим (табл. 3), наибольшая амплитуда средних значений плотности заселения шишек во всех случаях присуща выборкам в количестве 10 шт., а между вариантами — в случае последовательного сплошного отбора.

Вероятность получения более достоверной оценки средней возрастает от последовательного учета к рандомизированному. В то же время строгая рандомизация, требующая в полевых условиях значительных затрат времени, сравнительно мало повышает точность в сравнении, например, с систематическим отбором. Хотя рандомизация устраняет субъективность в выборе учетной единицы, она мало значима для карпобионтов, а при низких урожаях шишек вряд ли возможна. Внесение элементов рандомизации существенно для программ последовательного учета, так как в расчетных формулах этот фактор точности не учитывается. В ходе экспериментов выяснилось, что при сплошном учете сильному варьированию подвержены не только средние значения, но и дисперсии при близких или равных средних. Поэтому и рекомендуемое число проб может сильно варьировать. Следовательно, нецелесообразно получать сначала небольшую выборку с последующим определением на ее основе (расчет средней и дисперсии) требуемого для заданной точности числа проб. На данном этапе состояния вопроса следует использовать предложенный ранее [6] отбор шишек с 8...21 дерева (в зависимости от объема урожая), достаточный для оценки заселенности шишек насекомыми с точностью 20 %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Джессен Р. Методы статистических обследований. — М.: Финансы и статистика, 1985. — 487 с. [2]. Маркова Е. В., Маслак А. А. Рандомизация и ста-

статистический вывод.— М.: Финансы и статистика, 1986.— 207 с. [3]. Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Толковый словарь современной фитоценологии.— М.: Наука, 1983.— 133 с. [4]. Одум Ю. Экология. Т. 2.— М.: Мир, 1986.— 376 с. [5]. Стадницкий Г. В., Бортник А. М. Стациальная теория динамики популяций насекомых // Докл. на XXIX чтении памяти Н. А. Холодковского.— Л.: Наука, 1977.— С. 44—65. [6]. Стадницкий Г. В., Сметанин Г. М. Об учете и прогнозировании урожаев семян хвойных пород // Лесн. журн.— 1985.— № 1.— С. 22—27.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Hargcourt D. G. Population dynamics of *Leptinotarsa decemlineata* (Say) in Eastern Ontario. I. Spatial pattern and transformation of field counts // Canad. Entomol.— 1963.— Vol. 95, N 8.— P. 813—820. [8]. Hargcourt D. G. Spatial pattern of the cabbage looper, *Tricoplusiani*, on crucifers // Ann. Entomol. Soc. Amer.— 1965.— Vol. 58, N 1.— P. 89—94. [9]. Taylor L. R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations // Ann. Rev. Entomol.— Palo Alto (Caliph.), 1984.— Vol. 29.— P. 321—357. [10]. Taylor L. R., Woivud J. P., Perry J. N. The negative binomial as a dynamic biological model for aggregation and the density dependance of K. // J. of Animal Ecology.— 1979.— Vol. 48, N 1.— P. 283—304.

Поступила 25 июля 1988 г.

УДК 630*5 : 581.552 : 630*242

МОРФОСТРУКТУРА СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ НА ОСМОЛОДЕЛЯНКЕ

Ю. Г. САННИКОВ, А. С. БАРАНЦЕВ, Н. В. БЕРЕСНЕВА,
Н. В. РУБЦОВА

КирНИИЛП

На этапе формирования молодняков закладываются основы будущих лесов как по продуктивности, так и производительности. Поэтому от того, насколько правилен проект организации рубок ухода в молодняках, зависит не только производительность древостоев, но и экономическая эффективность промежуточного пользования.

В ряде работ было отмечено, что осмолозаготовки можно расценивать как упрощенный, но полностью механизированный способ изреживания [1—3].

Однако для определения допустимой степени изреживания совершенно недостаточно знать только таксационные показатели молодняков на осмолоделянке. По нашему мнению, определяющим фактором должна быть морфоструктура молодняков.

Под морфоструктурой молодняков следует понимать состав, густоту, равномерность размещения по площади, а также вертикальное и горизонтальное строение не в целом таксационного выдела, а составляющих его элементов, т. е. соотношение деревьев, групп, биогрупп и куртин. Именно это соотношение характеризует лесовосстановительный процесс в таксационном выделе и дифференциацию древесных растений в ценозе по их росту.

Сказанное относится к молоднякам естественного происхождения предварительной или последующей генераций. Морфоструктура таких молодняков в основном зависит от следующих факторов: характера лесовозобновительного процесса, протекающего под пологом древостоя; технологии и организации лесозаготовительных работ; источников обсеменения и их размещения на вырубке. Эти факторы, наряду с фенотипами, составляющими ценоз, определяют дифференциацию деревьев в процессе формирования молодняков естественного происхождения, а морфоструктура ценоза — целесообразность лесохозяйственного воздействия на них.

Рассмотрим морфоструктуру чистых сосновых молодняков предварительной генерации, произрастающих в Кайском лесхозе Кировской области в типе леса сосняк

вересково-лишайниковый. Таксационные показатели молодняков: состав — 10С, средняя высота — 2 м, средний диаметр — 2,5 см, возраст — 25 лет. В напочвенном покрове преобладают вереск, лишайники. Почва супесчаная, подзолистая, свежая. Рельеф равнинный.

Морфоструктуру молодняков изучали в зависимости от их густоты. На таксационном выделе выбирали участки молодняков с густотой 1,6; 3,6 и 10 тыс. шт. на 1 га. На каждом из участков проводили сплошной переклад, определяли диаметры деревьев на высоте 1,3 м, высоты, среднее расстояние между деревьями, выделяли куртины, группы и биогруппы с замерах расстояний между ними. По каждой учетной единице устанавливали таксационные показатели, строили естественные ряды распределения по диаметру и высоте и корреляционным анализом определяли нормальность их распределения. В зависимости от микро- и морфоструктуры биогрупп, нормальности и количества деревьев и биогрупп находили их производительность.

Рассмотрим, как распределяются деревья по их числу в учетных единицах (табл. 1).

Таблица 1

Густота молодня- ков, тыс. шт. на 1 га	Распределение деревьев, %, по их числу в группе, шт.				
	Оди- ночно стоя- щие	2—4	5—7	8—15	16 и бо- лее
1,6	32,5	29,5	18,9	9,1	10,0
3,6	21,6	26,0	19,0	14,3	19,1
10,0	1,7	3,5	7,0	39,0	48,8

С повышением густоты молодняков уменьшается число одиночно стоящих деревьев и увеличивается число деревьев в биогруппах. С уменьшением площади питания, приходящейся на одно дерево, в морфоструктуре таксационного выдела начинают преобладать группы деревьев от 8 до 50 шт. (до 70 %).

Независимо от густоты, исследованные группы различны по высоте, диаметру и биологической продуктивности. Эти различия дали нам основание в морфоструктуре таксационного выдела выделить следующие категории (таксономические группы), или биологические сочетания деревьев: одиночно стоящие; деревья, объединенные в группы; деревья, объединенные в биогруппы и куртины.

Рассмотрим отличительные особенности биологических сочетаний деревьев-групп, биогрупп и куртин. Объединенные в группы деревья, как правило, характеризуются: одинаковыми таксационными и морфологическими показателями; почти равнозначными средними расстояниями между ними; горизонтальной сомкнутостью крон; равномерным размещением по занимаемой площади; параллельностью оси абсцисс линии распределения как по высоте, так и по диаметру; отсутствием угнетающего влияния друг на друга. Они не формируют под пологом напочвенного покрова, резко отличающегося от фона вырубк; состоят из 2...7 деревьев.

Совершенно иная картина наблюдается в биогруппах. Деревья, входящие в их состав, имеют различные таксационные показатели. Четко прослеживается вертикальное строение, которое при распределении деревьев как по диаметру, так и по высоте с увеличением их числа в группе приближается к нормальному. Резко выражено взаимное влияние деревьев, т. е. внутривидовые взаимосвязи. Сильнее проявляется дифференциация деревьев по росту. Биогруппа в зависимости от густоты как бы формирует микроэкологические условия, что проявляется в отличии напочвенного покрова от основного фона вырубк.

Куртину как территориально обособленную группу деревьев, включающую в состав все перечисленные биологические и пространственные формы сочетания деревьев, можно приравнять к самостоятельному

ценозу, способному формировать экосреду. Она устойчива к неблагоприятным условиям в процессе формирования древостоев.

Биогруппа как элемент ценоза представляет наибольший интерес с лесохозяйственной точки зрения, так как дифференциация деревьев позволяет правильно оценивать комплекс и устанавливать целесообразность лесохозяйственных мероприятий для того или иного таксационного выдела.

С увеличением густоты молодняков изменяется не только число биогрупп, но и их морфоструктура. Так, при густоте 1,6 тыс. шт. на 1 га на исследуемом участке из 95 таксационных единиц (одиночно стоящие деревья, группы и биогруппы) оказалась только одна биогруппа из 23 деревьев, строение которой характеризуется кривой нормального распределения с ярко выраженной отрицательной (левосторонней) асимметрией.

С увеличением густоты до 3,6 тыс. шт. на 1 га число биогрупп с нормальным строением и отрицательной асимметрией увеличилось до 3 из 67 таксационных единиц. Одна биогруппа с числом деревьев 18 характеризовалась положительной асимметрией.

При густоте 10 тыс. шт. на 1 га число биогрупп с нормальным распределением и положительной асимметрией — 8, с отрицательной — 2 из 45 таксономических единиц. Количество деревьев в биогруппах, в зависимости от густоты, представлено в табл. 2.

Таблица 2

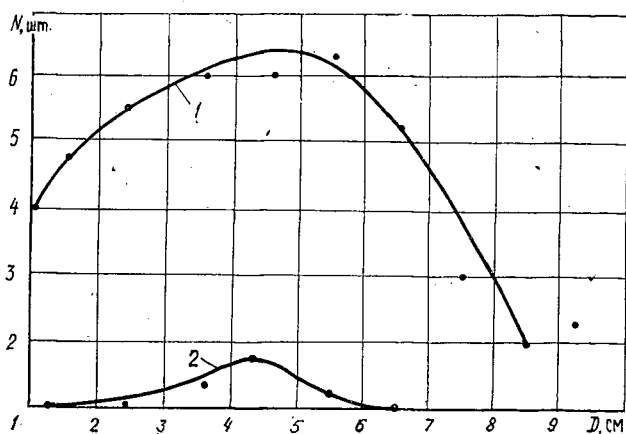
Густота молодня- ков, тыс. шт. на 1 га	Общее число деревьев на участках, шт.	Число биогрупп с нормаль- ным строением	Количество деревьев в био- группах	
			шт.	% от об- щего числа
1,6	224	1	23	10,3
3,6	218	4	64	29,4
10,0	287	10	241	84,0

Таким образом, число биогрупп и находящихся в них деревьев функционально связано с густотой молодняков.

На основе показателей асимметрии рядов распределения биогрупп можно заключить, что дифференциация по росту деревьев в биогруппах с малой густотой происходит быстрее, чем в густых. Об этом говорит большее число деревьев с большими диаметрами и высотами в правой части естественного ряда распределения. Наиболее часто встречаемые формы биогрупп на осмолodelянке представлены на рисунке.

С лесохозяйственной стороны, в частности с точки зрения рубок ухода, такой процесс более желателен, так как накапливается больше крупных деревьев. Однако если рассматривать его с лесоводственной стороны, то левостороннюю асимметрию можно расценивать как преждевременное разрушение ценологических связей в биогруппе. Уменьшение числа тонких экземпляров лишает биогруппу подгона и преждевременно выводит ее из стадии чащи, которую проходят молодняки. Этот естественный процесс можно сравнивать с рубками ухода по низовому методу, который в целом даже с учетом промежуточного пользования не увеличивает производительности древостоев.

Если обратиться к девственным лесам и в целом к их эволюционному развитию, то станет очевидно, что наивысшей производительностью обладают древостои с нормальным строением. Любое нарушение этого правила, будь то под влиянием человека или природы, приводит к расстройству древостоев и снижению их производительности.



Распределение деревьев по диаметрам: 1 — $As = +0,28$; $t = 0,8$; $Ex = -1,52$; $t = 2,2$; 2 — $As = -0,17$; $t = 0,22$; $Ex = -1,03$; $t = 0,73$

Это общеизвестно. Лес, расстроенный в молодом возрасте, при благоприятных условиях роста возвращается к нормальному строению по высоте и диаметру. Следовательно, при формировании древостоев будущего принцип нормальности, или закон нормального распределения деревьев, должен обеспечиваться на первых этапах онтогенеза.

В соответствии с этим рассмотрим производительность групп и биогрупп. Чтобы избежать ошибки, связанной с различным числом вариантов в биогруппах, в качестве оценочного критерия нами выбрана продуктивность ствола одного дерева (табл. 3).

Таблица 3

Густота молодняков, тыс. шт. на 1 га	Объем одного дерева, м ³		Запас стволовой древесины, м ³	
	в биогруппе	в группе	в биогруппе	в группе
1,6	0,0051	0,0014	0,0456	0,0196
3,6	0,0099	0,0056	0,1462	0,0356
10,0	0,0074	0,0068	0,0419	0,0326

Во всех случаях объем одного дерева в биогруппах оказался выше, чем в группах. То же можно сказать и о производительности биогрупп и групп с одинаковым числом деревьев (табл. 3).

Производительность в сильной степени зависит от площади питания. Для рассматриваемых экологических условий она оптимальна при густоте молодняков 3,5...6,5 тыс. шт. на 1 га, причем в биогруппах всегда выше, чем при групповом размещении деревьев.

Таким образом, существующие в настоящее время технологические процессы рубок ухода в сосновых молодняках не в полной мере отвечают естественноисторическим условиям роста и формирования древостоев. Лесохозяйственные мероприятия, проводимые в том или ином таксационном выделе, должны опираться на морфоструктуру и, в частности, строение молодняков. Целесообразность вмешательства в процессы формирования и роста должна базироваться на анализе их хода. У существующего в настоящее время правила для лесов Севера и Северо-Востока европейской части РСФСР — «Позже, реже, но интенсивнее» — правомерна только его левая часть. Оно должно гласить:

«Позже, с учетом морфоструктуры и природы объекта лесохозяйственного воздействия». Такой уход за молодняками способствует повышению производительности будущих древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Санников Ю. Г., Баранцев А. С. Влияние механизированной заготовки осмола на рост сосновых молодняков // Лесн. журн.— 1982.— № 1.— С. 26—30.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Санников Ю. Г., Баранцев А. С., Спицин Г. А. Повреждаемость подроста при механизированной заготовке пневого осмола // Лесохимия и подсочка: Экспресс-информ.— 1981.— Вып. 7.— 24 с. [3]. Механизированные осмолозаготовки и уход за молодняками / Ю. Г. Санников, Г. И. Горев, А. С. Баранцев и др. // Лесн. пром-сть.— 1980.— № 6.— С. 23—24.

Поступила 2 сентября 1985 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 629.114.2 : 624.04

К РАСЧЕТУ НАДЕЖНОСТИ
ГРУЗОНЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН

А. В. ЖУКОВ, А. Р. ГОРОНОВСКИЙ, С. П. МОХОВ

Белорусский технологический институт

В настоящее время, наряду с решением вопросов повышения прочности и надежности конструкций лесных машин, ставится задача снижения их металлоемкости. Ее решение невозможно без создания расчетных методов, позволяющих уже на стадии проектирования оценивать нагруженность создаваемых конструкций с учетом реальных условий эксплуатации.

Основным показателем надежности для грузонесущих элементов конструкций является их усталостная долговечность, прогнозирование которой основано на использовании статистических характеристик динамической нагруженности.

Для определения напряженно-деформированного состояния грузонесущих систем в настоящее время наиболее широкое применение нашел метод конечных элементов (МКЭ). Особый интерес представляет расчет динамической нагруженности, базирующийся на применении МКЭ и методов статистической динамики [4].

В МКЭ свойства отдельных элементов описывают соотношениями между нагрузками и перемещениями в узловых точках. Внешнюю нагрузку заменяют эквивалентными сосредоточенными силами и моментами, приведенными к узловым точкам системы. Полную потенциальную энергию системы можно выразить следующим образом:

$$\Pi = \sum_{j=1}^M U_j + \sum_{k=1}^K R_k - \sum_{l=1}^L T_l, \quad (1)$$

где U — потенциальная энергия деформации системы, состоящей из M конечных элементов;

R — потенциальная энергия K узлов с упругоподатливыми опорами, которыми заменяется подвеска или отброшенная часть конструкции;

T — потенциал внешней нагрузки, приложенной к L узлам системы.

Расчет сводится к определению нагрузок и перемещений во всех узловых точках системы для известного эквивалентного нагружения. Перемещения узловых точек X_N находят решением системы, составленной из N линейных алгебраических уравнений. Из всех возможных перемещений, удовлетворяющих граничным условиям, действительны соответствующие минимуму полной потенциальной энергии системы.

Зная перемещения узловых точек X_N , по известным зависимостям теории упругости определяют компоненты тензора напряженного состояния от действия статической нагрузки. Прикладывая к соответствующим узлам единичные силы вместо статической нагрузки, можем получить матрицы влияния для каждого конечного элемента.

Для определения сил, действующих на грузонесущую систему, воспользуемся методами статистической динамики. Система дифферен-

циальных уравнений, описывающая процесс работы любой машины как многомассовой взаимосвязанной динамической системы, в матричной форме имеет вид:

$$[M]\{\ddot{Z}(t)\} + [K]\{\dot{Z}(t)\} + [C]\{Z(t)\} = \{P(t)\}, \quad (2)$$

где $[M]$, $[K]$, $[C]$ — матрицы масс, сопротивлений и жесткостей системы, соответственно;

$\{Z(t)\}$ — вектор обобщенных координат системы;

$\{P(t)\}$ — вектор внешней нагрузки.

Общее решение уравнения (2) имеет вид

$$\{Z(t)\} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \{Z_0(\omega)\} e^{i\omega t} d\omega. \quad (3)$$

Отсюда можно получить статистические характеристики силового воздействия на грузонесущую систему. Используя матрицы влияния и корреляционные моменты внешних сил, определенные при расчете МКЭ, находим корреляционную матрицу компонент напряженного состояния:

$$[K_{\sigma_j}^v] = [\sigma_j^1] \cdot K_{R_{kn}}, \quad (4)$$

где $[\sigma_j^1]$ — матрица влияния, элементы которой представляют собой произведения компонент тензора напряжений в j -м конечном элементе от действия единичной нагрузки;

$K_{R_{kn}}$ — корреляционные моменты внешнего силового воздействия на несущую систему;

v — символ производной по времени.

Грузонесущие системы большинства конструкций, в том числе и лесных машин, состоят из тонкостенных элементов, в которых реализуется двухосное напряженное состояние. Предположим, что наибольшие усталостные повреждения (основная причина разрушения несущих конструкций) возникают в плоскости действия максимальных касательных напряжений. В этом случае для оценки усталостной долговечности воспользуемся формулой, предложенной в работе [1]:

$$T = \frac{2\pi N_0 \tau_{-1}^m}{\omega_0 S_{\tau_3}^m 2^{m/2} \Gamma\left(\frac{m+2}{2}\right) P\left\{\left(\xi \tau_{-1}/S_{\tau_3}\right)^2, m+2\right\}}, \quad (5)$$

где τ_{-1} , N_0 и m — параметры степенного уравнения кривой усталости;

$\Gamma\left(\frac{m+2}{2}\right)$ — полная гамма-функция;

$P\left\{\left(\xi \frac{\tau_{-1}}{S_{\tau_3}}\right)^2, m+2\right\}$ — функция χ^2 распределения Пирсона;

S_{τ_3} — стандарт процесса изменения эквивалентных касательных напряжений;

ω_0 — средняя циклическая частота процесса нагружения, $\omega_0 = S_{\dot{\tau}_3}/S_{\tau_3}$;

$\xi = \omega_3/\omega_0$ (здесь $\omega_3 = S_{\ddot{\tau}_3}/S_{\dot{\tau}_3}$ — средняя циклическая частота первой производной процесса нагружения).

Используя формулу (5), получим верхнюю оценку долговечности, соответствующую схематизации нагрузочного режима методом «размахов», а для оценки нижней границы долговечности примем коэффициент сложности структуры процесса $\xi = 1$, что соответствует схематизации методом «выбросов».

Ориентация наиболее опасной с точки зрения усталостной долговечности площадки и соответственно значение S_{τ_9} определяются направлением, величиной и знаком (растяжение или сжатие) главных напряжений. Если оба главных напряжения, действующих в плоскости, параллельной срединной плоскости элемента, растягивающие или оба сжимающие (имеют одинаковые знаки), то стандарт процесса τ_9 находят по выражению:

$$S_{\tau_9}^2 = b_1^2 S_{\sigma_x}^2 + b_2^2 S_{\sigma_y}^2 + b_3^2 S_{\tau_{xy}}^2 + 2b_1 b_2 K_{\sigma_x \sigma_y} + 2b_1 b_3 K_{\sigma_x \tau_{xy}} + 2b_2 b_3 K_{\sigma_y \tau_{xy}}, \quad (6)$$

где $b_1 = 0,5 \cos^2 \alpha$; $b_2 = 0,5 \sin^2 \alpha$; $b_3 = 0,5 \sin 2\alpha$;
 S и K — стандарты и корреляционные моменты процессов $\sigma_x(t)$, $\sigma_y(t)$ и $\tau_{xy}(t)$, с помощью которых описывается напряженное состояние в конечном элементе.

Если одно из главных напряжений растягивающее, а другое сжимающее (имеют разные знаки), то:

$$S_{\tau_9}^2 = d_1^2 (S_{\sigma_x}^2 + S_{\sigma_y}^2 - 2K_{\sigma_x \sigma_y}) + d_2^2 S_{\tau_{xy}}^2 + 2d_1 d_2 (K_{\sigma_x \tau_{xy}} - K_{\sigma_y \tau_{xy}}), \quad (7)$$

где $d_1 = 0,5 \sin 2\beta$; $d_2 = 0,5 \cos 2\beta$.

Для получения оценки долговечности необходимо знать ориентацию площадки с наибольшим накопленным повреждением, определяемую значениями углов α и β , входящих в (6) и (7). Значения α и β находим из условия максимума $S_{\tau_9}^2$. В этом случае выражение для определения угла α принимает вид

$$\begin{aligned} b_1 \dot{b}_1 S_{\sigma_x}^2 + b_2 \dot{b}_2 S_{\sigma_y}^2 + b_3 \dot{b}_3 S_{\tau_{xy}}^2 + (b_1 \dot{b}_2 + \dot{b}_1 b_2) K_{\sigma_x \sigma_y} + \\ + (b_1 \dot{b}_3 + \dot{b}_1 b_3) K_{\sigma_x \tau_{xy}} + (b_2 \dot{b}_3 + \dot{b}_2 b_3) K_{\sigma_y \tau_{xy}} = 0, \end{aligned} \quad (8)$$

где точками обозначены производные по α .

Угол β находим по формуле

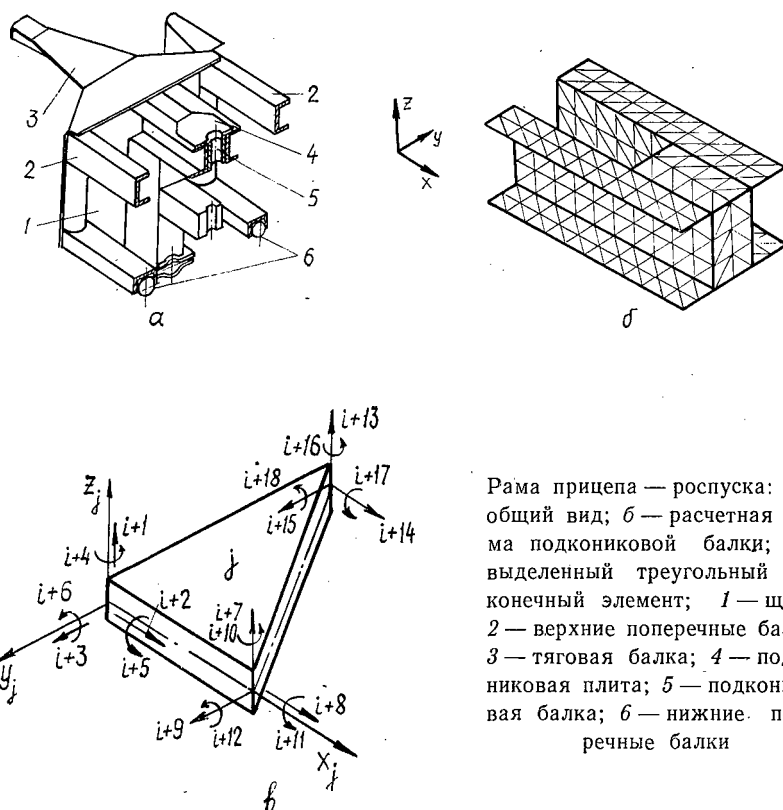
$$\begin{aligned} d_1 \dot{d}_1 (S_{\sigma_x}^2 + S_{\sigma_y}^2 - 2K_{\sigma_x \sigma_y}) + d_2 \dot{d}_2 S_{\tau_{xy}}^2 + (d_1 \dot{d}_2 + \\ + \dot{d}_1 d_2) (K_{\sigma_x \tau_{xy}} - K_{\sigma_y \tau_{xy}}) = 0, \end{aligned} \quad (9)$$

где точками обозначены производные по β .

Следовательно, для расчетной оценки долговечности конструкции по известным стандартам и корреляционным моментам компонент напряженного состояния по выражениям (8) и (9) необходимо определить ориентацию площадки с наибольшим накопленным повреждением, а затем — значение S_{τ_9} , используя (6) и (7) по условию:

$$S_{\tau_9} = \max \{ (S_{\tau_9})_{\alpha}, (S_{\tau_9})_{\beta} \}. \quad (10)$$

Конструкции несущих систем лесных машин обладают рядом специфических особенностей. Для них характерно широкое применение, наряду с тонкостенными стержневыми элементами, листовых элементов (рамы гусеничных трелевочных тракторов, несущие элементы технологического оборудования, рама тягача и несущая система прицепа-ропуска лесовозных автопоездов и т. д.). Наиболее целесообразно в этих случаях использовать пластинчатые конечноэлементные модели несущих систем или, как, например, для несущего кузова полуприцепа-щеповоза, составлять комбинированные расчетные схемы, включающие стержневые и пластинчатые конечные элементы.



Рама прицепа — роспуска: а — общий вид; б — расчетная схема подкониковой балки; в — выделенный треугольный j -й конечный элемент; 1 — щека; 2 — верхние поперечные балки; 3 — тяговая балка; 4 — подкониковая плита; 5 — подкониковая балка; 6 — нижние поперечные балки

Рассмотрим конкретизацию изложенной методики применительно к оценке усталостной долговечности несущей системы (рамы) прицепа-роспуска. Учитывая особенности конструкции (рис. а), для ее моделирования использовали треугольные конечные элементы с узловыми точками в вершинах углов. На рис. б показана схема подкониковой балки, разбитая на конечные элементы, а на рис. в — выделенный j -й конечный элемент. Каждая узловая точка обладает шестью степенями свободы. Внешняя узловая нагрузка от пачки и тросов управления крестообразной сцепки приведена к соответствующим узлам в виде сосредоточенных сил и моментов. При составлении расчетной схемы использовано свойство симметрии конструкции, для чего в узлах системы, лежащих на оси симметрии, введены запрещенные перемещения. Всего расчетная схема включает 408 узлов и 726 конечных элементов.

Полную потенциальную энергию деформации системы находили по выражению (1) на основании зависимостей, описывающих энергию деформации треугольных пластинчатых элементов [3]. В результате расчетов определены компоненты напряженного состояния в каждом из M конечных элементов при действии статической нагрузки P_i , а также получены матрицы влияния от единичной нагрузки $[\sigma^i]$.

Для определения сил, действующих на несущую систему прицепа-роспуска, использованы дифференциальные уравнения, описывающие движение лесовозного автопоезда [2]. В этом случае система уравнений (2) принимает вид

$$[M]\{\ddot{Z}(t)\} + [K]\{\dot{Z}(t)\} + [C]\{Z(t)\} = [\tilde{C}]\{q(t)\} + [\tilde{K}]\{\dot{q}(t)\}, \quad (11)$$

где $[\tilde{C}]$ и $[\tilde{K}]$ — матрицы, характеризующие жесткостные и демпфирующие свойства подвески лесотранспортной системы;

$\{q(t)\}$ — вектор ординат случайных дорожных воздействий.

После подстановки (3) в уравнение (11) и соответствующих преобразований получаем выражение для комплексной матрицы амплитудно-частотных характеристик перемещений дискретных масс рассматриваемой динамической системы

$$[W_{\{z_0\}}(i\omega)] = \frac{([\tilde{C}] + i\omega[\tilde{K}])([H])}{[C] + i\omega[K] - \omega^2[M]}, \quad (12)$$

где $[H]$ — прямоугольная матрица, на главной диагонали которой расположены элементы $e^{-i\omega t_n}$, характеризующие запаздывание возмущающего воздействия на n -ю ось автопоезда по отношению к воздействию на первую ось, а остальные элементы нулевые;

ω — круговая частота вынужденных колебаний.

Для определения динамической реакции на раму прицепа-ропуски необходимо учесть особенности его балансирующей подвески. Динамическую реакцию передней оси находим по формуле

$$R_{\xi n} = \frac{1}{2} k_{\text{шп}} (\xi_n - \dot{q}_n) + \frac{1}{2} c_{\text{шп}} (\xi_n - q_n), \quad (13)$$

где $c_{\text{шп}}$ и $k_{\text{шп}}$ — коэффициенты жесткости и сопротивления шин передней оси ропуска;

ξ_n — вертикальные перемещения передней оси;

q_n — ордината микронеровностей дороги под передней осью.

После преобразований Лапласа и Фурье выражения (13) переходим к частотной характеристике динамической реакции

$$W_{R_n}(i\omega) = \frac{1}{2} (k_{\text{шп}} i\omega + c_{\text{шп}}) W_{\xi n}(i\omega) - \frac{1}{2} (k_{\text{шп}} i\omega + c_{\text{шп}}) e^{-i\omega t_n}, \quad (14)$$

где $W_{R_n}(i\omega)$ — передаточная функция динамической реакции на раму от передней оси ропуска;

$W_{\xi n}(i\omega)$ — передаточная функция вертикальных перемещений передней оси, определяемая с помощью выражения (12);

t_n — время запаздывания воздействия на переднюю ось ропуска относительно первой оси автопоезда.

Аналогичным образом определяли передаточную функцию динамической реакции на раму от задней оси ропуска $W_{R_s}(i\omega)$. Тогда стандарт общей динамической реакции на несущую систему прицепа-ропуски

$$S_R^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty |W_{R_n}(i\omega) + W_{R_s}(i\omega)|^2 S_q(\omega), \quad (15)$$

где $S_q(\omega)$ — спектральная плотность воздействия от неровностей дороги.

Стандарты первой и второй производных процесса динамической нагруженности находим по формулам

$$S_{\dot{R}}^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \omega^2 |W_{R_n}(i\omega) + W_{R_s}(i\omega)|^2 S_q(\omega); \quad (16)$$

$$S_{\ddot{R}}^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \omega^4 |W_{R_n}(i\omega) + W_{R_s}(i\omega)|^2 S_q(\omega).$$

Для определения корреляционных матриц компонент напряженного состояния в конечных элементах воспользуемся выражением (4), которое в рассматриваемом случае принимает вид:

$$[K_{\sigma_j}^v] = \begin{vmatrix} \sigma_{xj}\sigma_{xj} & \sigma_{xj}\sigma_{yj} & \sigma_{xj}\tau_{xyj} \\ & \sigma_{yj}\sigma_{yj} & \sigma_{yj}\tau_{xyj} \\ & & \tau_{xyj}\tau_{xyj} \end{vmatrix} \cdot S_{R^v}^2, \quad (17)$$

где σ_{xj} , σ_{yj} , τ_{xyj} — элементы матрицы влияния, представляющие собой компоненты тензора напряжений в j -м конечном элементе от действия единичной нагрузки.

Усталостную долговечность T конструкции оценивали по наиболее нагруженным элементам в соответствии с формулой (5). Анализ напряженно-деформированного состояния несущей системы прицепа-ропуска показал, что наиболее нагруженным элементом конструкции является подкониковая балка, максимум эпюры напряжений по длине которой приходится на место приварки подкониковой плиты к верхним полкам швеллеров (рис. а).

В результате расчетов получены корреляционные матрицы компонент напряженного состояния и двух их первых производных

$$K_{\sigma} = \begin{vmatrix} 557,4 & 854,1 & -58,5 \\ & 1308,7 & -89,6 \\ & & 6,2 \end{vmatrix}; \quad K'_{\sigma} = \begin{vmatrix} 6967,5 & 10077,8 & -689,7 \\ & 14395,2 & -1020,9 \\ & & 72,6 \end{vmatrix};$$

$$K''_{\sigma} = \begin{vmatrix} 100630,6 & 136610,2 & -9349,3 \\ & 180739,1 & -13327,8 \\ & & 983,4 \end{vmatrix}.$$

При этом статические напряжения в конечном элементе составили: $\sigma_x = 99,3$ МПа, $\sigma_y = 152,4$ МПа, $\tau_{xy} = 10,6$ МПа.

Согласно условию (10), на основании зависимостей (6) — (9) было определено значение S_{σ} , которое в рассматриваемом случае равнялось 17,9 МПа, причем значения S и K , входящие в эти выражения, брали из соответствующих корреляционных матриц.

При вычислении оценок долговечности нижнюю границу суммирования повреждений принимали равной $0,5\tau_{-1}$, $\tau_{-1} = 28$ МПа, $m = 4$, $N_0 = 5 \cdot 10^6$. В результате расчетов по формуле (5) нижняя и верхняя границы усталостной долговечности соответственно равнялись 108 и 126 тыс. км пробега в заданных условиях эксплуатации.

Применение предлагаемой методики показало, что основным элементом, лимитирующим надежность несущей системы ропуска, является подкониковая балка. Внесение необходимых конструктивных изменений, направленных на ее усиление, с соответствующей оценкой по критерию T , позволит существенно повысить ресурс ропуска.

Данная методика позволяет выбрать наиболее рациональные конструктивные решения на этапе проектирования для получения заданных показателей надежности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гусев А. С., Светлицкий В. А. Расчет конструкций при случайных воздействиях. — М.: Машиностроение, 1984. — 238 с. [2]. Жуков А. В., Кадолюк Л. И. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний. — Мн.: Наука и техника, 1978. — 264 с. [3]. Постнов В. А., Хархурим И. Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций. — Л.: Судострое-

ние, 1974.— 342 с. [4]. Фельзенштейн В. С. Расчет несущих конструкций прицепов как тонкостенных систем методом конечных элементов: Автореф. дис... канд. техн. наук.— Челябинск, 1983.— 21 с.

Поступила 21 апреля 1987 г.

УДК 629.1.033.2

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ШАГАЮЩЕГО ДВИЖИТЕЛЯ НА ЛЕСОСЕЧНЫХ МАШИНАХ

З. Я. ЕСАФОВА, В. Д. ЕСАФОВ

Архангельский лесотехнический институт

За последние 15...20 лет в СССР и за рубежом значительно возрос интерес к транспортным средствам для движения по бездорожью. Многочисленные авторские свидетельства и патенты предлагают принципиальные решения таких средств.

Особого внимания заслуживают средства передвижения с шагающим движителем, обеспечивающим высокую проходимость по слабонесущим грунтам, приспособляемость к рельефу местности, надежную сцепляемость с верхним покрытием трассы. По сравнению с гусеничным и колесным, шагающие движители имеют несомненные преимущества с лесоводственной точки зрения: сохранение жизнеспособного подроста, минимальное нарушение водно-физических и противоэрозийных свойств почвы.

В настоящее время на лесосечных работах широко применяют машины циклического действия с гусеничными движителями, предназначенные для валки и компоновки пачек деревьев, которые перемещаются по лесосеке от одной группы деревьев к другой. Время переезда их относительно мало по сравнению с общим временем цикла обработки деревьев с одной стоянки. Для валочно-пакетирующей машины ЛП-19 оно составляет 18...20 %* от общего времени цикла. Таким образом, трансмиссия и ходовая система машины фактически простаивают.

Мощность, необходимая для срезания и направленной валки деревьев, составляет 20...30 кВт, а для перемещения машины по лесосеке 80...110 кВт. Реализация этой мощности по сцеплению движителя с грунтом требует увеличения суммарной массы машины. В результате энерго- и металлоемкость агрегата неоправданно велики, а сложность конструкции узлов и деталей трансмиссии и ходовой части снижает коэффициент технической готовности машины.

Представим себе аналогичную машину с ходовой системой шагающего типа, один из вариантов которой приведен на рис. 1. Шагающий движитель состоит из четырех опорных лап 1, шарнирно установленных на раме 4 машины с помощью гидравлических телескопов 2, поворотного круга 3, выдвижной рамки 5, также оснащенной четырьмя лапами 7 с телескопическими удлинителями 6.

Последовательное выдвижение рамки и передвижение корпуса машины по направляющим рельсам выдвижной рамки может осуществляться однобарабанной лебедкой с «бесконечным» тросом или телескопическим гидроцилиндром. Привод всех механизмов машины гидрообъемный.

Порядок перемещения машины по лесосеке следующий. По окончании валки группы деревьев с одной стоянки машины оператор поднимает лапы рамки, выдвигает рамку на полную величину, опускает

* Виногоров Г. К. Лесосечные работы.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 272 с.

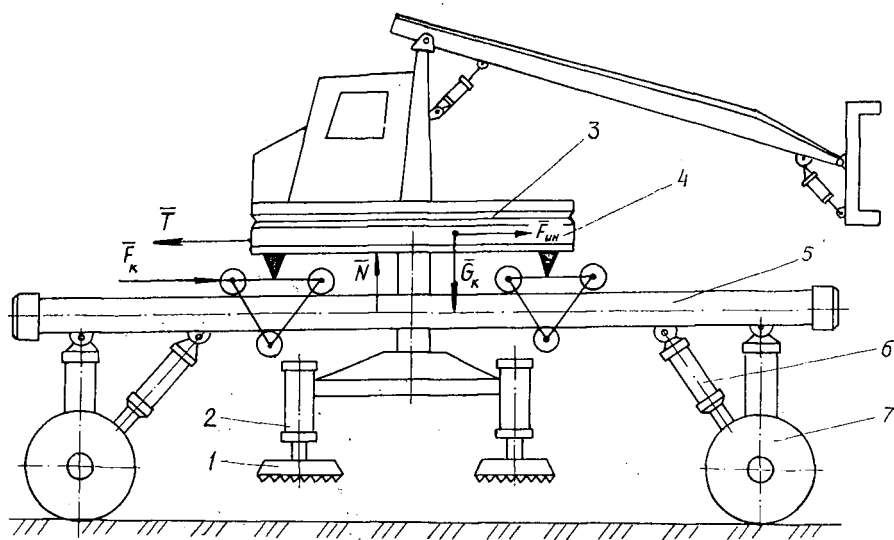


Рис. 1. Общая компоновка машины с шагающим движителем

лапы рамки, поднимает опорные лапы корпуса машины, передвигает корпус машины к переднему концу рамки, опускает опорные лапы корпуса машины. Этот процесс циклически повторяется вплоть до перемещения машины к очередной группе деревьев.

При изменении направления движения машины рамка, установленная на разворотном круге, поворачивается на необходимый угол α ($0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$) и, после стабилизации рамки на грунте, на тот же угол α поворачивается корпус машины. Таким образом, поворот машины осуществляется без нарушения почвенного покрова.

Произведем сравнительную оценку валочно-пакетирующей машины ЛП-19 с гусеничным и шагающим движителем по мощности привода.

По методу кинетостатики для гусеничного движителя

$$P_\tau = F_c + F_{\text{ин. пр.}}$$

для шагающего движителя (корпус машины перемещается по направляющим рельсам рамки с помощью троса лебедки)

$$T = F_k + F_{\text{ин.}}$$

где P_τ — касательная сила тяги гусеничного движителя;

T — усилие в тросе лебедки или в штоке телескопического гидrocилиндра;

F_c — сила сопротивления перемещению гусеничной машины;

F_k — сила сопротивления перекатыванию корпуса машины по направляющим рельсам рамки;

$F_{\text{ин. пр.}}$ — главный вектор сил инерции гусеничной машины с учетом разгона вращающихся масс;

$F_{\text{ин.}}$ — главный вектор сил инерции корпуса машины.

По известным формулам механики

$$P_\tau = \frac{10^3 N_e}{V} \eta_{\text{пр.}}; \quad F_c = mgv;$$

$$F_{\text{ин. пр.}} = m j \delta; \quad F_k = m_k g \mu;$$

$$F_{ин} = m_k j; \quad T = \frac{10^3 N'_e}{V} \eta,$$

где N_e, N'_e — потребляемая мощность двигателя для перемещения машины, соответственно, с гусеничным и шагающим движителем;

V — скорость перемещения машины или ее корпуса;

m — масса машины с гусеничным движителем;

$\eta_{тр}, \eta$ — соответственно, КПД трансмиссии с гусеничным и шагающим движителем;

m_k — масса корпуса машины с технологическим оборудованием;

j — ускорение движения машины или ее корпуса;

ν — коэффициент сопротивления перекачиванию машины с гусеничным движителем;

μ — коэффициент сопротивления перекачиванию корпуса машины по направляющим рельсам рамки;

δ — коэффициент динамичности, учитывающий разгон вращающихся масс;

g — ускорение свободного падения.

После подстановки и преобразований, принимая $\eta_{тр} = \eta$, получим коэффициент снижения потребляемой мощности на прямолинейное перемещение машины с шагающим движителем (K):

$$K = \frac{N'_e}{N_e} = \frac{g\mu + j}{g\nu + j\delta} \xi,$$

где $\xi = \frac{m_k}{m}$ — коэффициент соотношения масс.

На графике (рис. 2) показана область изменения коэффициента $K = K(\nu)$ при $\xi = 0,5 \dots 1,0$ для валочно-пакетирующей машины типа ЛП-19, для значений расчетных параметров (близких к реальным): $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; $j = 1 \text{ м/с}^2$; $\delta = 1,14$; $\mu = 0,05$.

Как видно из графика, применение шагающего движителя позволит резко снизить (ориентировочно на 60...70 %) установочную мощность привода главного движения.

Особый эффект достигается в трудных условиях, с увеличением значения ν .

Кроме того, применение шагающего движителя позволит снизить металлоемкость конструкции за счет упразднения традиционной трансмиссии, упростить техническое обслуживание машины.

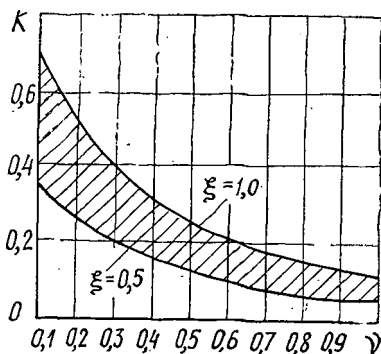


Рис. 2. Зависимость $K = K(\nu)$ при $\xi = 0,5 \dots 1,0$

УДК 630*32.001.24

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПОГРУЗОЧНЫХ ПУНКТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЛЕСОСЕК НЕТРАДИЦИОННОЙ ФОРМЫ

И. В. ТУРЛАЙ, А. С. ФЕДОРЕНЧИК, В. В. ИГНАТЕНКО,
Н. Н. РЫСЮК

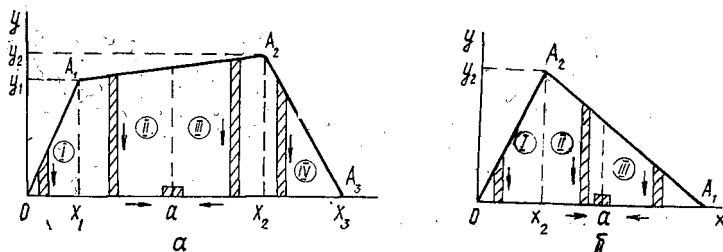
Белорусский технологический институт

Имеется множество решений [1—6] по определению наивыгоднейших размеров лесосек, делянок, расстояний между усами, погрузочными пунктами, расстояний трелевки. При этом предполагается, что лесосека является прямоугольной и есть возможность выбора исследуемых параметров (размеров, форм и т. п.), так как заготовки ведутся в лесах III и II групп.

Географическое расположение и уровень экономического развития БССР обусловили отличие технологии лесозаготовок по сравнению с Севером европейской части страны, Сибирью, Дальним Востоком. Лесозаготовительные предприятия республики работают в лесах I и II групп с ограниченным лесопользованием. Они ежегодно осваивают около 5 000 лесосек общей площадью приблизительно 25 тыс. га. Лесосечный фонд разрежен рубками прошлых лет и неравномерно расположен по всей территории республики.

Относительно высокая густота дорожной сети (от 0,9 до 2,5 км на 100 га общей площади), важное средообразующее, водоохранное и рекреационное значение лесов, большая плотность населения и другие факторы привели к нетрадиционности конфигурации лесосек (это треугольники, четырехугольники, многоугольники, у которых соотношение сторон изменяется в широком диапазоне).

В лесозаготовительных предприятиях БССР средняя площадь лесосек изменяется от 2,7 до 8,4 га, согласно [2], они являются мелкими. В результате обследования 460 лесосек по основным лесозаготовительным зонам БССР получены статистические характеристики лесосек и их форм. В общем случае наиболее типичны четырех- и треугольные лесосеки с координатами погрузочного пункта $y = 0$, $x = a$ (см. рисунок).



Для определения оптимального расположения погрузочных пунктов направление трелевки и размеры лесосек, характеризующие координатами вершин $A_i(x_i, y_i)$, примем в соответствии со схемой, изображенной на рисунке.

Первоначально рассмотрим лесосеку четырехугольной формы (рис. а), стороны которой задаются уравнениями:

$$OA_1: \quad y = K_1 x; \quad K_1 = \frac{y_1}{x_1};$$

$$A_1 A_2: \quad y = K_2 (x - x_1) + y_1; \quad K_2 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1};$$

$$A_2 A_3: \quad y = K_3 (x - x_2) + y_2; \quad K_3 = -\frac{y_2}{x_3 - x_2}.$$

Полагаем, что при расположении погрузочного пункта соблюдается условие:

$$x_1 \leq a \leq x_2. \quad (1)$$

Найдем грузовую работу, совершаемую при трелевке леса к погрузочному пункту. Для этого лесосеку разобьем на четыре части (I—IV), выделив на каждой из них элементарную площадку шириной dx .

Полагая, что лесонасаждения равномерно расположены по площади лесосеки, и обозначая средний запас q , определим элементарную (dR_1) и полную (R_1) грузовую работу при трелевке леса с площади I участка

$$dR_1 = q \left(\frac{K_1 x}{2} + a - x \right) K_1 x dx;$$

$$R_1 = q \int_0^{x_1} \left(\frac{K_1 x}{2} + a - x \right) K_1 x dx.$$

Аналогично найдем грузовую работу при трелевке леса со II, III и IV участков

$$R_2 = q \int_{x_1}^a \left(\frac{K_2 (x - x_1)}{2} + \frac{y_1}{2} + a - x \right) [K_2 (x - x_1) + y_1] dx;$$

$$R_3 = q \int_a^{x_3} \left(\frac{K_2 (x - x_1)}{2} + \frac{y_1}{2} + x - a \right) [K_2 (x - x_1) + y_1] dx;$$

$$R_4 = q \int_{x_2}^{x_3} \left(\frac{K_3 (x - x_2)}{2} + \frac{y_2}{2} + x - a \right) [K_3 (x - x_2) y_2] dx.$$

Полная грузовая работа составит

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4. \quad (2)$$

После интегрирования и суммирования приведенных выше выражений определим из условия $\frac{dR}{da} = 0$ такое значение координаты a , при котором грузовая работа по трелевке леса с площади лесосеки минимальна. После преобразований получим уравнение

$$2K_2 a^2 - 4(K_2 x_1 - y_1)a - (2y_1 x_1 - 2K_2 x_1^2 + y_2 x_3 - y_2 x_1 + y_1 x_2) = 0, \quad (3)$$

которое имеет единственный положительный корень

$$a = \frac{2(K_2 x_1 - y_1) + \sqrt{4(K_2 x_1 - y_1)^2 + 2K_2(2y_1 x_1 - 2K_2 x_1^2 + y_2 x_3 - y_2 x_1 + y_1 x_2)}}{2K_2}. \quad (4)$$

Так как $R''(a) = 2K_2 a - 2K_2 x_1 + 2y_1$ для всех $x_1 \leq a \leq x_2$ положительна, то при значении a , определенном по формуле (4), грузовая

работа наименьшая.

Рассмотрим частные случаи. Для лесосеки в форме трапеции имеем $y_1 = y_2$ и $K_2 = 0$, значит:

$$R'(a) = 2y_1a - \frac{y_1x_1}{2} + \frac{y_1x_2}{2} - \frac{y_1x_3}{2} = 0,$$

отсюда

$$a = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{4}. \quad (5)$$

Для лесосеки в форме прямоугольника $x_1 = 0$; $x_2 = x_3$ получается классическое условие

$$a = \frac{x_2}{2}. \quad (6)$$

Если условие (1) не выполняется, то нетрудно показать, что форму лесосеки можно рассматривать (аппроксимировать) как треугольную.

Рассмотрим лесосеку треугольной формы (рис. б), где

$$0 < x_2 < x_1; \quad x_2 \leq a \leq x_1;$$

$$OA_2: \quad y = K_1x; \quad K_1 = \frac{y_2}{x_2};$$

$$A_2A_1: \quad y = K_2(x - x_1); \quad K_2 = \frac{y_2}{x_2 - x_1}.$$

Разбив лесосеку на участки в соответствии со схемой (рис. б) и проводя рассуждения, аналогичные случаю четырехугольной формы лесосеки, определим грузовую работу:

$$\begin{aligned} R = R_1 + R_2 + R_3 = q \left[\frac{a^3x_2}{3} - K_2x_1a^2 + a \left(\frac{K_1x_2^2}{2} - \frac{K_2x_2^2}{2} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{K_2x_1^2}{2} + K_2x_1x_2 \right) + \left(\frac{y_2^2x_2}{6} - \frac{y_2x_2^2}{3} - \frac{y_2^2(x_2 - x_1)}{6} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{y_2x_2^3}{3(x_2 - x_1)} - \frac{y_2x_1x_2^2}{2(x_2 - x_1)} - \frac{y_2x_1^3}{6(x_2 - x_1)} \right] \right], \quad (7) \end{aligned}$$

где R_1 , R_2 и R_3 — соответственно грузовые работы при трелевке леса с I—III участков.

Заменив в (7) величину K_1 отношением $\frac{y_2}{x_2}$ и вычислив первую производную, получим:

$$R'(a) = K_2 \left(a^2 - 2x_1a + \frac{x_1(x_1 + x_2)}{2} \right) = 0,$$

откуда

$$a = x_1 - \sqrt{\frac{x_1(x_1 - x_2)}{2}}. \quad (8)$$

Так как $K_2 < 0$, то:

$$R''(a) = 2K_2(a - x_1) > 0$$

для всех $x_2 < a < x_1$.

Следовательно, при a , вычисленному по формуле (8), грузовая работа минимальна.

Если $0 < a < x_2$, то совершенно аналогично можно показать, что значение a , при котором грузовая работа наименьшая, вычисляется по формуле:

$$a = \sqrt{\frac{x_1 x_2}{2}}. \quad (9)$$

Анализируя формулы (8) и (9), приходим к выводу, что оптимальное расположение погрузочного пункта для лесосек треугольной формы определяется следующими соотношениями:

$$a = \begin{cases} \sqrt{\frac{x_1 x_2}{2}}, & \text{если } x_2 > \frac{x_1}{2}; \\ x_2, & \text{если } x_2 = \frac{x_1}{2}; \\ x_1 - \sqrt{\frac{x_1(x_1 - x_2)}{2}}, & \text{если } x_2 < \frac{x_1}{2}. \end{cases}$$

Разработанная методика и полученные с ее помощью формулы (4) — (6), (8) позволят на основе рационального выбора погрузочных пунктов решать вопросы повышения эффективности работы лесозаготовительной техники в экономически развитых районах в условиях интенсивного лесопользования.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Венценов Ю. Н. Основы теории лесопромышленных производств.— М.: Лесн. пром-сть, 1966.— 158 с. [2]. Виногоров Г. К. Лесосечные работы.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 272 с. [3]. Кочегаров В. Г., Федяев П. Г., Лавров И. А. Технология и машины лесосечных и лесовосстановительных работ.— М.: Лесн. пром-сть, 1970.— 341 с. [4]. Нестеров В. Г. Оптимальные размеры лесосек.— М.: Гослесбумиздат, 1953.— 49 с. [5]. Печенкин В. Е. Определение наивыгоднейшего расположения верхнего лесозаготовительного склада // Сб. тр. / ПЛТИ, 1960.— С. 21—27. [6]. Плахсин М. В. Основы рационального построения производственного процесса лесозаготовок.— Львов: Львовск. ун-т, 1958.— 128 с.

Поступила 15 февраля 1988 г.

УДК 630*323.4.001.57

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ РАСКРЯЖЕВКИ ОСИНОВЫХ И БЕРЕЗОВЫХ ХЛЫСТОВ

Г. А. ПРЕШКИН, А. В. СОЛДАТОВ

Уральский лесотехнический институт

Рациональное использование лесного фонда предполагает применение оптимизационных методов при производстве круглых лесоматериалов [4]. Чтобы воспользоваться ими, требуется информационная база, качественно отличающаяся от существующей [1].

В результате экспериментальных и статистических исследований выборочных распределений объемов хлыстов по ступеням толщины t нами преобразована функция Лапласа для расчета значений вероятностей P_{td} в зависимости от среднего выборочного диаметра хлыстов D .

Для березы

$$P_{td} = \Phi\left(\frac{d_t - 0,693D - 2,09}{0,412D - 3,68}\right) - \Phi\left(\frac{d_t - 0,693D - 6,09}{0,412D - 3,68}\right). \quad (1)$$

Для осины

$$P_{td} = \Phi\left(\frac{d_t - 0,91D + 3,01}{0,36D - 3,75}\right) - \Phi\left(\frac{d_t - 0,91D - 0,99}{0,36D - 3,75}\right), \quad (2)$$

где d — диаметр хлыста t -й ступени толщины, см.

Таблица 1

Коэффициенты максимального выхода сортиментов, %, и их средние отпускные цены, р.,
из больших выборок березовых хлыстов по разрядам высот и группам качества

Сорти- мент	Дли- на, м	Разряд высот			
		II	III	IV	
Пилоочник обычный	3; 4	$K_0 = 6,73 D - 0,11 D^2 - 29,82$ $C_0 = 91,18 D^{-1} - 950,78 D^{-2} + 18,19$ $K = 5,26 D - 0,08 D^2 - 7,91$ $C = 132,963 D^{-1} - 920,56 D^{-2} + 18,39$	$K_0 = 6,08 D - 0,085 D^2 - 26,49$ $C_0 = 252,287 D^{-1} - 2328,2 D^{-2} + 15,29$ $K = 1,87 D - 0,001 D^2 + 30,41$ $C = 14,86 D^{-1} + 165,54 D^{-2} + 21,91$	$K_0 = 5,24 D - 0,065 D^2 - 23,52$ $C_0 = 11,24 D^{-1} - 26,58 D^{-2} + 19,96$ $K = 5,53 D - 0,071 D^2 - 18,55$ $C = 50,06 D^{-1} - 297,6 D^{-2} + 21,54$	
Фанерный край	1,6; 3,2	$K_0 = 5,373 D - 0,076 D^2 - 32,66$ $C_0 = 0,0029 D^2 - 0,146 D + 45,38$ $K = 89,81 - 792,09 D^{-1}$ $C = 59,82 D^{-1} - 498,89 D^{-2} + 43,01$	$K_0 = 5,82 D - 0,1 D^2 - 36,17$ $C_0 = 825,77 D^{-2} - 63,824 D^{-1} + 44,73$ $K = 6,3 D - 0,1 D^2 - 34,77$ $C = 26,76 D^{-1} - 440,58 D^{-2} + 44,04$	$K_0 = 4,73 D - 0,065 D^2 - 31,3$ $C_0 = 731,35 D^{-2} - 72,36 D^{-1} + 45,05$ $K = 6,34 D - 0,094 D^2 - 41,95$ $C = 15,31 D^{-1} - 14,35 D^{-2} + 45,70$	
Тарный край	2; 4	$K_0 = 122,89 D^{-2} - 156,39 D^{-1} + 59,32$ $C_0 = 37,90 D^{-1} - 245,313 D^{-2} + 13,64$ $K = 250,77 D^{-1} - 3050,54 D^{-2} + 34,21$ $C = 39,21 D^{-1} - 286,12 D^{-2} + 14,27$	$K_0 = 1661,5 D^{-1} - 16521,26 D^{-2} + 10,37$ $C_0 = 49,48 D^{-1} - 382,23 D^{-2} + 13,58$ $K = 647,01 D^{-1} - 5953,17 D^{-2} + 18,44$ $C = 16,874 D^{-1} - 125,301 D^{-2} + 15,12$	$K_0 = 1394,26 D^{-2} - 219,72 D^{-1} + 63,46$ $C_0 = 36,98 D^{-1} - 228,634 D^{-2} + 13,69$ $K = 13086,67 D^{-2} - 897,58 D^{-1} + 47,88$ $C = 36,086 D^{-1} - 303,71 D^{-2} + 14,65$	
Лыжный край	2,2	$K_0 = 3,122 D - 0,045 D^2 - 17,61$ $C_0 = 0,002 D^2 - 0,12 D + 57,23$ $K = 1,986 D - 0,03 D^2 + 3,77$ $C = 55,04 - 7,48 D^{-2} - 23,16 D^{-1}$	$K_0 = 2,94 D - 0,05 D^2 - 16,93$ $C_0 = 0,002 D^2 - 0,11 D + 56,76$ $K = 2,732 D - 0,039 D^2 - 2,03$ $C = 796,99 D^{-2} - 53,14 D^{-1} + 57,05$	$K_0 = 2,584 D - 0,034 D^2 - 17,12$ $C_0 = 94,21 D^{-2} + 14,32 D^{-1} + 55,42$ $K = 4,236 D - 0,06 D^2 - 24,40$ $C = 25,54 D^{-1} - 183,27 D^{-2} + 55,59$	
Подговарник	5	$K_0 = 890,63 D^{-1} - 18,17$ $C_0 = 50,0 D^{-2} - 0,2 D^{-1} + 11,31$ $K = 907,73 D^{-1} - 20,86$ $C = 82,23 D^{-2} - 8,09 D^{-1} + 16,70$	$K_0 = 527,95 D^{-1} - 7,61$ $C_0 = 11,94 D^{-1} - 89,46 D^{-2} + 11,07$ $K = 947,08 D^{-1} - 21,91$ $C = 3,02 D^{-1} - 2,08 D^{-2} + 16,22$	$K_0 = 773,55 D^{-1} - 6,47$ $C_0 = 11,12 D^{-1} - 84,46 D^{-2} + 11,11$ $K = 243,51 D^{-1} - 1,13$ $C = 165,04 D^{-2} - 19,86 D^{-1} + 16,93$	

Продолжение табл. 1

Сорти- мент	Дли- на, м	Разряд высот			
		II	III	IV	
Балансы экс- портные ГОСТ 22296-76	2	$K_0 = 3425,14 D^{-1} - 23454,9 D^{-2} - 56,21$	$K_0 = 4816,12 D^{-1} - 38037,64 D^{-2} - 73,66$	$K_0 = 3978,04 D^{-1} - 30412,42 D^{-2} - 50,93$	
		$C_0 = 47,4 D^{-1} - 7,21 D^{-2} + 23,66$	$C_0 = 9,55 D^{-1} - 0,043 D^{-2} + 24,47$	$C_0 = 70,875 D^{-1} - 554,33 D^{-2} + 22,91$	
		$K = 0,011 D^2 - 3,28 D + 125,86$	$K = 4151,387 D^{-1} - 31820,5 D^{-2} - 51,57$	$K = 4474,35 D^{-1} - 35154,77 D^{-2} - 57,57$	
		$C = 55,83 D^{-1} - 425,12 D^{-2} + 23,64$	$C = 186,67 D^{-1} - 1856,19 D^{-2} + 20,61$	$C = 62,77 D^{-1} - 540,07 D^{-2} + 23,64$	
Балансы для целлюлозы на химическую переработку	2	$K_0 = 42,59 - 0,005 D^2 - 0,173 D$	$K_0 = 35,41 - 0,009 D^2 + 0,158 D$	$K_0 = 37,73 - 0,005 D^2 - 0,13 D$	
		$C_0 = 23,11 + 0,029 D$	$C_0 = 23,32 - 0,002 D^2 + 0,033 D$	$C_0 = 23,35 + 0,029 D$	
		$K = 2228,13 D^{-1} - 20130,66 D^{-2} - 7,34$	$K = 2131,33 D^{-1} - 18121,15 D^{-2} - 6,84$	$K = 2320,29 D^{-1} - 20067,6 D^{-2} - 9,32$	
		$C = 0,046 D - 0,001 D^2 + 23,16$	$C = 0,026 D - 0,003 D^2 + 24,62$	$C = 0,047 D - 0,002 D^2 + 23,65$	
Балансы для сульфатной, сульфитной и целлюлозы и химической древесной массы	2	$K_0 = 1660,0 D^{-1} - 14717,93 D^{-2} + 4,30$	$K_0 = 1535,0 D^{-1} - 13310,92 D^{-2} + 12,62$	$K_0 = 0,081 D - 0,004 D^2 + 43,25$	
		$C_0 = 50,89 D^{-2} + 33,1 D^{-1} + 14,98$	$C_0 = 180,49 D^{-1} - 1099,35 D^{-2} + 11,34$	$C_0 = 112,425 D^{-1} - 873,25 D^{-2} + 13,35$	
		$K = 0,303 D - 0,008 D^2 + 35,14$	$K = 0,104 D - 0,006 D^2 + 35,38$	$K = 0,558 D - 0,007 D^2 + 17,75$	
		$C = 19,53 - 0,061 D$	$C = 18,92 - 0,074 D$	$C = 16,36 + 33,23 D^{-1} - 308,12 D^{-2}$	
Каблунный кряж	2	$K_0 = 3,125 D - 31,62 - 0,027 D^2$	$K_0 = 2,487 D - 0,013 D^2 - 25,09$	$K_0 = 2,131 D - 0,012 D^2 - 20,35$	
		$C_0 = 477,294 D^{-2} - 85,255 D^{-1} + 30,29$	$C_0 = 988,5 D^{-2} - 129,3 D^{-1} + 31,55$	$C_0 = 415,657 D^{-2} - 74,79 D^{-1} + 29,62$	
		$K = 1,564 D - 13,61 - 0,004 D^2$	$K = 0,614 D - 8,61 + 0,02 D^2$	$K = 0,935 D - 10,82 - 0,001 D^2$	
		$C = 14,418 D^{-1} - 77,61 D^{-2} + 29,08$	$C = 9,23 D^{-1} - 90,463 D^{-2} + 29,69$	$C = 3408,33 D^{-2} - 397,617 D^{-1} + 35,19$	

Таблица 2

Коэффициенты максимального выхода сортиментов, %, и их средние отпускные цены, р., из больших выборок осиновых хлыстов по разрядам высот и группам качества

Сортимент	Дли- на, м	Разряд высот			
		II	III	IV	
Пилоочник обычный	3; 4	$K_0 = 9,73 D - 0,165 D^2 - 57,53$ $C_0 = 63,35 D - 1 - 304,785 D - 2 - 17,28$ $K = 3,683 D - 0,05 D^2 + 17,24$ $C = 16,867 D - 1 - 316,484 D - 2 + 21,03$	$K_0 = 15,02 D - 0,254 D^2 - 136,98$ $C_0 = 296,573 D - 1 - 3097,82 D - 2 + 11,64$ $K = 1,78 D - 0,017 D^2 + 42,05$ $C = 609,206 D - 2 - 12,406 D - 1 + 20,02$	$K_0 = 13,02 D - 0,21 D^2 - 115,27$ $C_0 = 59,43 D - 1 - 357,96 D - 2 + 16,56$ $K = 6,52 D - 0,095 D^2 - 24,96$ $C = 1145,555 D - 2 - 58,2 D - 1 + 20,61$	
Спичечный кряж	1,7; 3,4	$K_0 = 8,544 D - 0,146 D^2 - 69,28$ $C_0 = 80,723 D - 1 - 253,55 D - 2 + 39,03$ $K = 5,56 D - 0,083 D^2 - 22,65$ $C = 1600,793 D - 2 - 105,221 D - 1 + 43,79$	$K_0 = 7,25 D - 0,135 D^2 - 49,05$ $C_0 = 597,285 D - 2 - 4,179 D - 1 + 38,99$ $K = 5,38 D - 0,068 D^2 - 26,45$ $C = 151,107 D - 2 + 56,33 D - 1 + 38,89$	$K_0 = 8,49 D + 0,148 D^2 - 74,41$ $C_0 = 1354,833 D - 2 - 76,013 D - 1 + 41,08$ $K = 10,393 D - 0,1747 D^2 - 92,16$ $C = 2206,7 D - 2 - 106,676 D - 1 + 42,14$	
Клепочный кряж	3,1	$K_0 = 2,254 D - 0,023 D^2 - 3,19$ $C_0 = 255,254 D - 2 - 9,894 D - 1 + 28,87$ $K = 0,755 D - 0,0067 D^2 + 38,30$ $C = 225,406 D - 2 - 20,016 D - 1 + 29,40$	$K_0 = 2,409 D - 0,034 D^2 - 7,52$ $C_0 = 29,09 + 3,715 D - 2 + 3,265 D - 1$ $K = 0,023 D^2 - 1,276 D + 59,66$ $C = 29,30 - 0,024 D - 1 + 0,257 D - 2$	$K_0 = 0,004 D^2 + 0,249 D + 17,36$ $C_0 = 57,732 D - 1 - 522,58 D - 2 + 27,61$ $K = 0,0034 D^2 + 0,813 D + 16,89$ $C = 48,382 D - 1 - 362,049 D - 2 + 27,70$	
Спичечный кряж	5	$K_0 = 10,895 D - 0,166 D^2 - 119,41$ $C_0 = 1391,324 D - 2 + 4,667 D - 1 + 137,60$ $K = 17,816 D - 0,307 D^2 - 189,80$ $C = 1135,409 D - 2 - 16,346 D - 1 + 40,38$	$K_0 = 7,887 D - 0,12 D^2 - 78,04$ $C_0 = 0,0054 D^2 - 0,3 D + 41,23$ $K = 11,553 D - 0,178 D^2 - 120,48$ $C = 1947,816 D - 2 - 77,262 D - 1 + 38,64$	$K_0 = 8,351 D - 0,125 D^2 - 94,74$ $C_0 = 0,027 D^2 - 1,455 D + 56,84$ $K = 10,483 D - 0,154 D^2 - 116,22$ $C = 471,1 D - 2 + 82,708 D - 1 + 36,65$	
Балансы для сульфатной, сульфитной целлюлозы и		$K_0 = 9,245 D - 0,2 D^2 - 65,33$ $C_0 = 2223,6 D - 2 - 103,022 D - 1 + 16,31$	$K_0 = 4886,4 D - 1 - 49751,225 D - 2 - 69,33$ $C_0 = 136,44 D - 2 + 129,81 D - 1 + 11,06$	$K_0 = 11,97 D - 0,23 D^2 - 108,29$ $C_0 = 286,92 D - 1 - 1423,28 D - 2 + 6,72$	

Продолжение табл. 2

Сортимент	Дли- на, м	Разряд высот			
		II	III	IV	
древесной массы		$K = 3191,65 D^{-1} - 26024,22 D^{-2} - 56,88$ $C = 203,435 D^{-2} - 2,707 D^{-1} + 16,54$	$K = 1712,38 D^{-1} - 10145,64 D^{-2} - 32,37$ $C = 551,15 D^{-1} - 4930,0 D^{-2} + 1,95$	$K = 878,92 D^{-1} - 2914,42 D^{-2} + 13,42$ $C = 31,805 D^{-1} - 121,21 D^{-2} + 16,52$	
	5	$K_0 = 26621,03 D^{-2} - 1334,346 D^{-1} + 21,39$ $C_0 = 519,713 D^{-2} - 39,017 D^{-1} + 16,74$ $K = 2073,915 D^{-2} + 145,109 D^{-1} - 1,55$ $C = 53,065 D^{-1} - 459,693 D^{-2} + 15,28$	$K_0 = 51576,01 D^{-2} - 3053,265 D^{-1} + 51,27$ $C_0 = 915,195 D^{-2} - 77,618 D^{-1} + 17,74$ $K = 3517,789 D^{-2} + 270,186 D^{-1} - 3,21$ $C = 47,376 D^{-1} + 15,52 - 523,35 D^{-2}$	$K_0 = 39823,27 D^{-2} - 1726,66 D^{-1} + 22,52$ $C_0 = 132,017 D^{-1} - 1127,772 D^{-2} + 12,75$ $K = 2161,278 D^{-2} + 499,27 D^{-1} - 6,48$ $C = 99,182 D^{-1} - 942,967 D^{-2} + 14,07$	
Подтоварник		$K_0 = 1025,214 D^{-1} + 7140,08 D^{-2} - 32,66$ $C_0 = 1003,55 D^{-1} - 10097,03 D^{-2} - 1,44$ $K = 2793,203 D^{-1} - 16625,02 D^{-2} - 56,01$ $C = 0,013 D^2 - 0,7867 D + 33,55$	$K_0 = 4817,98 D^{-1} - 51619,282 D^{-2} - 69,77$ $C_0 = 1,362 D - 0,03 D^2 + 7,53$ $K = 2989,489 D^{-1} - 19144,108 D^{-2} - 60,65$ $C = 981,606 D^{-1} - 8597,28 D^{-2} - 4,26$	$K_0 = 35311,555 D^{-2} - 1885,715 D^{-1} + 44,63$ $C_0 = 444,568 D^{-1} - 4864,32 D^{-2} + 13,46$ $K = 3161,06 D^{-1} - 21865,81 D^{-2} - 60,27$ $C = 0,261 D - 0,01 D^2 + 22,38$	
	2				
Балансы для целлюлозы на химиче- скую перера- ботку					

Известно, что выход и качество сортиментов значительно зависят от товарности хлыстов и технологии раскряжевки, поэтому введено их разделение на группы качества [3].

Результаты исследований приведены в табл. 1 и 2. Для низкокачественных хлыстов используются формулы с индексом (K_0 и C_0), для здоровых без индекса (K и C). Среднюю отпускную цену 1 м³ сортиментов C рассчитывали без учета торговой скидки по III поясу станции назначения [2].

Адекватность исследований практическим результатам была подтверждена в производственных условиях. Фактический эффект от внедрения оптимизированных сортиментных планов составил в среднем 20 тыс. р. на каждые 100 тыс. м³ заготовленных сортиментов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Апушин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 536 с. [2]. Прейскурант № 07—03. Оптовые цены на лесопroduкцию (включая дрова).— М.: Прейскурантиздат, 1980.— 144 с. [3]. Прешкин Г. А., Гробов А. Н. Выход сортиментов в специализированных леспромхозах // Лесн. пром-сть.— 1973.— № 8.— С. 18—19. [4]. Степачов Г. А. Оптимизация производства круглых лесоматериалов.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 160 с.

Поступила 12 апреля 1988 г.

УДК 630*375.4

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЙСОВОЙ НАГРУЗКИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

Г. М. АНИСИМОВ, О. А. МИХАЙЛОВ, А. Я. ПЕРЕЛЬМАН

Ленинградская лесотехническая академия

Эффективность использования трелевочных тракторов в значительной степени зависит от оптимального выбора рейсовой нагрузки Q [3]. Для оценки тягово-сцепных и эксплуатационных свойств, учитывающих конструктивные особенности и режимы работы трелевочного трактора, в работе [2] предложен эффективный показатель трелевочного трактора $\eta_{ет}$. Он равен произведению тягового показателя $\eta_{тт}$ и коэффициента загрузки двигателя по мощности $\bar{K}_N$. Используя коэффициент условной тяги K_G , равный отношению $\eta_{тт}$ к $Q/(Q+G)$, где G — вес трактора, получаем:

$$\eta_{ет}(Q) = \frac{K_G Q}{Q+G} \bar{K}_N(Q). \quad (1)$$

Ранее [2, 3] установлено, что оптимальным условиям эксплуатации трелевочного трактора весом G соответствует пачка весом $Q = Q_{опт}$, обеспечивающая максимум функции (1). Коэффициент условной тяги K_G изменяется в сравнительно узком диапазоне (0,95...1,05), поэтому при расчетах K_G принимают равным единице. Коэффициент загрузки двигателя по мощности $\bar{K}_N(Q)$ определяют как среднее по загрузкам на отдельных передачах по формуле

$$\bar{K}_N(Q) = \left[\sum_{i=1}^m \frac{p_i(Q)}{K_{Ni}} \right]^{-1}. \quad (2)$$

В формуле (2) число i означает номер передачи ($i = 1, \dots, m$). Вероятности использования передач $p_i(Q)$ равны

$$v_i(Q) = \frac{T_i(Q)}{T(Q)}; \quad T(Q) = \sum_{i=1}^m T_i(Q), \quad (3)$$

где $T_i(Q)$ — время работы трактора на i -й передаче.

Величины K_{Ni} , равные усредненным коэффициентам загрузки двигателя по мощности на отдельных передачах, зависят от условий эксплуатации. В значительной степени на K_{Ni} влияет рельеф местности.

Как известно, основной характеристикой условий эксплуатации трелевочного трактора является сопротивление движению трелевочной системы (трелевочный трактор с пачкой деревьев Q). Его оценивают средним суммарным коэффициентом $\bar{\psi}$

$$\bar{\psi} = \bar{\psi}_I + \Delta\bar{\psi}_{II}, \quad (4)$$

где $\bar{\psi}_I$ и $\bar{\psi}_{II}$ — средние коэффициенты сопротивления движению трелевочного трактора и волочащейся части пачки соответственно;

$\Delta\bar{\psi}_{II}$ — поправка к $\bar{\psi}_I$, обусловленная влиянием пачки деревьев.

Таким образом, выбор оптимального веса пачки для конкретных условий эксплуатации сводится к определению вероятностей $p_i(Q)$ и последующему исследованию функции (1) на экстремум. Значение $p_i(Q)$ можно определить теоретически. В основу приведенных ниже расчетов положена методика количественных оценок вероятностей $p_i(Q)$, развитая в [4].

Воспользуемся известными соотношениями

$$N_e = \frac{P_{\kappa} v}{3600 \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{г}}}; \quad N_G = \frac{N_e}{G K_N}; \quad P_{\kappa} = (G + Q) \psi, \quad (5)$$

где ψ — сопротивление движению трелевочного трактора;

N_e — текущее значение мощности двигателя;

P_{κ} — касательная сила тяги;

v — скорость движения трактора;

$\eta_{\text{тр}}$ — механический КПД трансмиссии;

$\eta_{\text{г}}$ — коэффициент, учитывающий потери на ведущем участке гусеницы;

N_G — энергонасыщенность трактора.

Из выражений (5) находим

$$\psi = 3600 N_G K_N \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{г}} G (G + Q)^{-1} v^{-1}. \quad (6)$$

Принимая во внимание зависимость коэффициента загрузки K_N и сопротивления ψ от номера используемой передачи, а также влияние кроны на увеличение ψ_{II} (с ростом Q), перепишем формулу (6) в виде:

$$\begin{cases} \psi_i(Q) = A_i(Q) v^{-1}; \\ A_i(Q) = A_i(0)(G + Q)^{-1}; \\ A_i(0) = 0,36 \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{г}} N_G G K_{Ni}, \end{cases} \quad (7)$$

где G и Q — т, N_G — кВт/т, v — км/ч; ниже принято $\eta_{\text{тр}} \eta_{\text{г}} = 0,85$.

Формулы (7) позволяют найти граничные значения сопротивления движению трактора на каждой передаче, $\psi_i^{\min}(Q)$ и $\psi_i^{\max}(Q)$. При решении этой задачи в (7) вместо средних значений $K_{Ni} = \bar{K}_{Ni}$ нужно использовать K_{Ni} , соответствующие известным граничным условиям

для частот вращения коленчатого вала двигателя n_e^{min} и n_e^{max} , т. е. учесть вариации загрузки двигателя относительно ее среднего значения. В свою очередь, по параметрам двигателя и трансмиссии определяем диапазон скоростей v_i^{min} , v_i^{max} на каждой передаче. В соответствии с формулой (7) устанавливаем соотношения

$$\psi_i^{min}(Q) = \frac{A_i(Q)}{v_i^{max}}; \quad \psi_i^{max}(Q) = \frac{A_i(Q)}{v_i^{min}}. \quad (8)$$

Вероятности $p_i(Q)$ определяем по формулам

$$p_i(Q) = \hat{p}_i(Q) \left[\sum_{i=1}^m \hat{p}_i(Q) \right]^{-1}, \quad (9)$$

где

$$\hat{p}_i(Q) = \int_{\psi_i^{min}(Q)}^{\psi_i^{max}(Q)} f(\psi) d\psi \quad (10)$$

и $f(\psi)$ — плотность распределения сопротивления движению [4].

Для определенности будем предполагать, что случайная величина ψ распределена по нормальному закону. Тогда вероятности $p_i(Q)$ вычисляются с помощью равенств (9), где

$$\hat{p}_i(Q) = \text{ERF} \frac{\psi_i^{max}(Q) - \bar{\psi}_i}{\sigma_i} - \text{ERF} \frac{\psi_i^{min}(Q) - \bar{\psi}_i}{\sigma_i}. \quad (11)$$

Здесь $\bar{\psi}_i$ и σ_i — соответственно среднее значение и среднее квадратичное отклонение сопротивления движению трелевочной системы на i -й передаче.

Экспериментальные исследования, проводившиеся на полигоне-волокне Онежского тракторного завода в КАССР, подтверждают, что средние $\bar{\psi}$ зависят от объема пачки, и эту зависимость необходимо принимать во внимание. С другой стороны, оказалось, что средние квадратичные отклонения σ_i допустимо считать постоянными. Таким образом, в формуле (11) необходимо полагать:

$$\bar{\psi}_i = \bar{\psi}_i(Q). \quad (12)$$

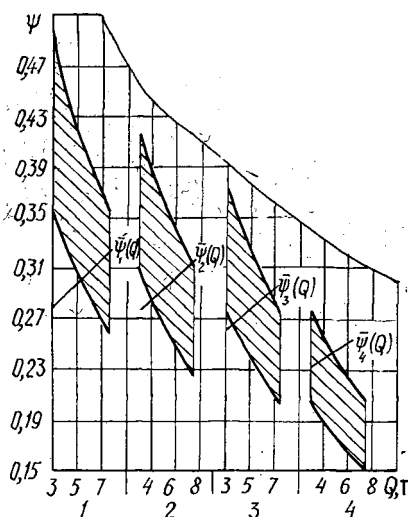


Рис. 1. Диапазоны изменения $\psi_i^{min}(Q) \leq \psi_i(Q) \leq \psi_i^{max}(Q)$ (заштрихованные области) и графики $\bar{\psi}_i(Q)$ для трактора ТДТ-55М при $\bar{\psi}_1 = 0,24$.
1—4 — номера передач

Производные $\bar{\psi}'_i(Q)$, т. е. наклоны кривых (12), а также средние квадратичные отклонения σ_i убывают с ростом i , причем отношения $\bar{\psi}'_i(Q)/\bar{\psi}$ и $\sigma_i/\bar{\psi}$ не превышают 15...18 % (рис. 1). В первом приближении можно считать, что средние значения сопротивления движению (12) представляют собой линейные функции веса Q . Таким образом, справедливы равенства:

$$\bar{\psi}_i(Q) = \alpha_i + \beta_i q; \quad q = \frac{Q - Q_1}{Q_n - Q_1}, \quad (13)$$

где Q_1 и Q_n — наименьший и наибольший вес транспортируемых пачек (параметры α_i и β_i уменьшаются с ростом i).

Функции $p_i(Q)$ и $\bar{\psi}_i(Q)$, в свою очередь, позволяют определять среднее сопротивление движению трактора $\bar{\psi}$ на конкретном волокне с учетом весов Q трелеваемых пачек деревьев. При этом среднее сопротивление $\bar{\psi}$ находим по формуле

$$\bar{\psi} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m p_i(Q_j) \bar{\psi}_i(Q_j) \quad (14)$$

в предположении, что трелевали пачки деревьев $Q_1, \dots, Q_n$ ($Q_1 < \dots < Q_n$). Формулы (4) и (14) позволяют найти среднее значение сопротивления волочащейся части пачки $\bar{\psi}_{II}$, если известно среднее значение сопротивления движению трактора на волокне $\bar{\psi}_I$.

Зависимость $\bar{\psi}_i = \bar{\psi}_i(Q)$ и значения σ_i можно достаточно точно оценить строго теоретически, если учесть естественные требования монотонности поведения функций $\bar{\psi}_i(Q)$ и $p_i(Q)$ (по i и Q). Эти соображения позволяют показать, например, что параметры α_i , β_i и σ_i при фиксированных $\bar{\psi}_I$ должны иметь сравнительно узкие границы.

Таблица 1

Рельеф	Значения K_{Ni} на передачах			
	1	2	3	4
Равнинный	0,55	0,65	0,75	0,85
Резко пересеченный	0,50	0,60	0,70	0,75

Рассчитаем вероятности $p_i(Q)$ и исследуем функцию $\eta_{et}(Q)$ применительно к трактору типа ТДТ-55М с $G = 9$ т, $N_G = 7,5$ кВт/т, для пачек деревьев, вес которых изменяется в пределах $3,0 \leq Q \leq 7,5$ т. У рассматриваемого типа трактора имеется пять передач, но ниже будем полагать $m = 4$, так как 5-ю передачу практически при трелевке не используют.

В табл. 1 приведены значения K_{Ni} для равнинного и резко пересеченного рельефов [3], в табл. 2 — диапазоны изменения скоростей на различных передачах, параметры линейных функций (13) (здесь $q = (Q - 3/4,5)$) и средние квадратичные отклонения σ_i , полученные в результате обработки экспериментальных данных при $\bar{\psi}_I = 0,240$.

Таблица 2

i	v_i^{min}	v_i^{max}	α_i	β_i	σ_i
1	1,95	2,67	0,279	0,045	0,020
2	2,62	3,59	0,275	0,042	0,018
3	3,42	4,68	0,260	0,038	0,015
4	5,29	7,25	0,232	0,030	0,013

Таблица 3

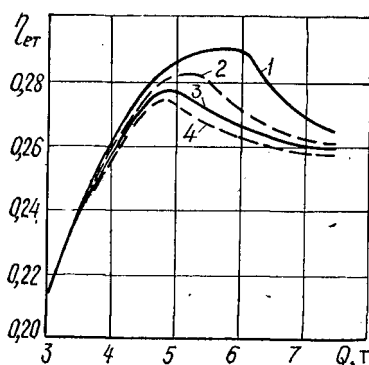


Рис. 2. Зависимости $\eta_{ет} = \eta_{ет}(Q)$ для трактора ТДТ-55М при различных сопротивлениях волока $\bar{\psi}_1$; 1 — $\bar{\psi}_1 = 0,18$; 2 — 0,20; 3 — 0,22; 4 — $\bar{\psi}_1 = 0,24$

Q	$p_1(Q)$	$p_2(Q)$	$p_3(Q)$	$p_4(Q)$
3	—	—	0,01	0,99
3,5	—	—	0,08	0,92
4,0	—	0,01	0,16	0,83
4,5	—	0,05	0,37	0,58
5,0	0,04	0,16	0,45	0,35
5,5	0,12	0,21	0,55	0,12
6,0	0,25	0,36	0,30	0,09
6,5	0,39	0,40	0,20	0,01
7,0	0,55	0,42	0,03	—
7,5	0,79	0,21	—	—

На рис. 1 указаны области изменения $\bar{\psi}_i(Q)$ (при $i = 1, 2, 3, 4$ и $Q = Q_j = 3,0 \dots 7,5$) для рассматриваемой модели трактора, работающего в условиях равнинного рельефа.

На основании данных табл. 2 по формулам (9), (11)–(13) рассчитываем вероятности $p_i(Q)$. Результаты вычислений вероятностей использования передач на волоке с коэффициентом сопротивления движению $\bar{\psi}_1 = 0,240$ при различной рейсовой нагрузке, приведены в табл. 3. С помощью формул (4) и (14) находим $\bar{\psi} = 0,276$ и $\Delta\bar{\psi}_{II} = 0,036$. Аналогичные результаты были получены нами при других значениях $\bar{\psi}_1$.

На рис. 2 приведены графики функции $\eta_{ет}(Q)$ при $\bar{\psi}_1 = 0,18 \dots 0,24$, рассчитанные с помощью формул (1) и (2), где вероятности $p_i(Q)$ найдены по указанной методике с коэффициентами загрузки K_{Ni} , соответствующими равнинному рельефу. Из рис. 2 видно, что, с ростом $\bar{\psi}_1$ от 0,18 до 0,24, максимум $\eta_{ет}(Q)$ достигается в точках $Q = Q_{опт}$, монотонно убывающих от 5,9 до 4,9 т.

Выводы

1. Показано, что введенный эффективный показатель трелевочного трактора $\eta_{ет}(Q)$ позволяет определять оптимальную рейсовую нагрузку $Q = Q_{опт}$ для конкретных условий эксплуатации.
2. Развитая методика расчета вероятностей использования передач дает возможность определять среднее суммарное сопротивление движению ($\bar{\psi}$) при заданных условиях эксплуатации ($\bar{\psi}_1$) и находить среднее значение сопротивления волочащейся части пачки деревьев ($\bar{\psi}_{II}$).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анисимов Г. М. Условия эксплуатации и нагруженность трансмиссии трелевочного трактора. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 165 с. [2]. Анисимов Г. М. Технично-эксплуатационные показатели трелевочных тракторов // Лесн. журн. — 1979. — № 2. — С. 28–32. — (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Анисимов Г. М. Повышение энергонасыщенности трелевочного трактора // Лесн. пром-сть. — 1986. — № 12. — С. 24–25. [4]. Анисимов Г. М., Перельман А. Я., Михайлов О. А. Прогнозирование времени движения трелевочной системы на отдельных передачах // Лесн. журн. — 1986. — № 5. — С. 30–33. — (Изв. высш. учеб. заведений).

УДК 630*377.21

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НЕСУЩИХ КАНАТОВ МНОГОПРОЛЕТНЫХ КАНАТНЫХ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ УСТАНОВОК В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Н. В. МАТИИШИН

Хмельницкий технологический институт

Для предупреждения аварий на канатных дорогах от обрыва канатов последние подвергают регулярному внешнему осмотру [5]. Состояние каната оценивают по количеству обрывов проволок, и по достижении определенного предела обрывов его выбраковывают. В качестве критерия выбраковки несущих канатов канатных лесотранспортных установок принято появление пяти обрывов проволок на одной пряди [3].

Регулярный осмотр несущих канатов подвесных канатных лесотранспортных установок, работающих в горных условиях, значительно усложняется тем, что трассы установок прокладывают, как правило, через труднодоступные места и канаты находятся на значительной высоте [2]. Поэтому такие осмотры производят при демонтаже установок после окончания разработки лесосек.

В результате осмотров невозможно решить вопрос о целесообразности монтажа несущего каната на новой лесосеке, так как неизвестны его остаточные работоспособность и стоимость и, следовательно, нельзя дать гарантию, что до окончания разработки лесосеки не произойдет обрыв каната.

Остаточную работоспособность несущих канатов Q_{oi} определяют количеством древесины, которое можно перевезти по несущему канату после появления i -го обрыва проволок на пряди:

$$Q_{oi} = K_i Q_i, \quad (1)$$

где K_i — коэффициент остаточной работоспособности канатов;
 Q_i — количество древесины, которое перевезено по несущему канату до появления i -го обрыва проволок на пряди (использованная работоспособность).

Остаточную стоимость несущих канатов C_{oi} определяют по формуле

$$C_{oi} = L_i C_k, \quad (2)$$

где L_i — коэффициент остаточной стоимости;
 C_k — стоимость нового несущего каната,

$$L_i = \frac{Q_{oi}}{Q_n}, \quad (3)$$

где Q_n — количество древесины, которое можно перевезти по несущему канату с начала эксплуатации до выбраковки (полная работоспособность каната).

Определим математическую зависимость, которой связаны коэффициенты K_i и L_i из условия, что полная работоспособность каната равна сумме использованной и остаточной его работоспособности, т. е.:

$$Q_n = Q_i + Q_{oi}. \quad (4)$$

Разделив выражение (4) на Q_{oi} , после соответствующих преобразований с учетом выражений (2) и (3) получим:

$$L_i = \frac{K_i}{1 + K_i}. \quad (5)$$

Так как количество перевезенной древесины по несущему канату прямопропорционально числу проходов каретки, то формулу (1) можно привести к виду:

$$K_i = \frac{J_{oi}}{J_i},$$

где J_{oi} — число проходов каретки испытательной установки по образцу каната после появления i -го обрыва проволоки на пряди до выбраковки образца;

J_i — число проходов каретки по тому же образцу каната от начала испытаний до появления i -го обрыва проволок на пряди.

Для определения коэффициентов остаточной работоспособности проведен анализ хода появления обрывов проволок на прядях в зависимости от числа проходов каретки при исследовании выносливости канатов на специальной установке [1].

Подготовка образцов к испытаниям, режимы и методика испытаний приведены в работе [4]. Исследования выполнены на образцах канатов диаметром 25 мм ГОСТ 3077—69 и 2688—69.

Зависимость появления числа обрывов проволок на одной пряди от числа проходов каретки анализировали по результатам испытаний 73 образцов канатов [4]. На рисунке показана эта зависимость для отдельных образцов.

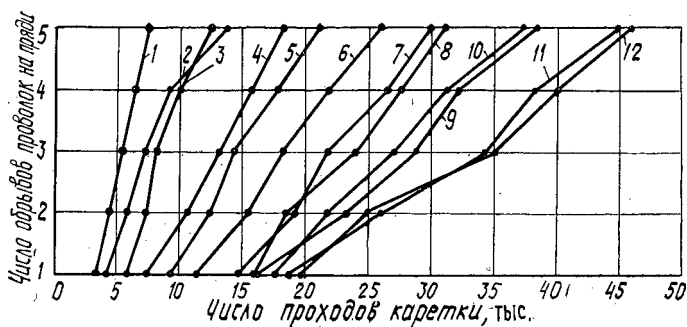


График зависимости числа обрывов проволок на пряди от числа проходов каретки: 1 — канат ГОСТ 3077—69; запас прочности $n = 2,9$; скорость движения каретки $V = 2,5$ м/с; угол подхода каретки к башмаку $\alpha = 6^\circ$; 2 — ГОСТ 3077—69; $n = 3,9$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 6^\circ$; 3 — ГОСТ 3077—69; $n = 3,9$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 6^\circ$; 4 — ГОСТ 3077—69; $n = 3,9$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 6^\circ$; 5 — ГОСТ 3077—69; $n = 3,9$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 6^\circ$; 6 — ГОСТ 2688—69; $n = 3,9$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 15^\circ$; 7 — ГОСТ 2688—69; $n = 5,0$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 10,5^\circ$; 8 — ГОСТ 2688—69; $n = 5,0$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 10,5^\circ$; 9 — ГОСТ 2688—69; $n = 5,0$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 6^\circ$; 10 — ГОСТ 2688—69; $n = 2,9$; $V = 1,5$ м/с; $\alpha = 6^\circ$; 11 — ГОСТ 2688—69; $n = 2,9$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 10,5^\circ$; 12 — ГОСТ 2688—69; $n = 2,9$; $V = 2,5$ м/с; $\alpha = 10,5^\circ$.

Число обрывов про- воло- к в пряди	K_i	L_i
1	1,38	0,58
2	0,75	0,43
3	0,43	0,30
4	0,18	0,15
5	0	0

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены значения коэффициентов остаточной работоспособности и по формуле (5) подсчитаны коэффициенты остаточной стоимости канатов. Результаты экспериментов и расчетов приведены в таблице.

В работе [3] приведены данные, что при появлении одного обрыва проволоки в пряди каната допустимый срок его эксплуатации используется на 65...70 %, следовательно, $L_i = 0,35 \dots 0,3$, а по нашим исследованиям, как видно из таблицы, $L_i = 0,58$. Такое расхождение объясняется тем, что данные в работе [3] приведены на основании исследований несущих канатов при отсутствии башмаков промежуточных опор, т. е. для однопролетных схем навески канатов. Наши исследования выполнены при наличии башмаков промежуточных опор, что соответствует условиям эксплуатации несущих канатов многопролетных канатных дорог.

Наличие опорных башмаков усложняет условия эксплуатации несущих канатов и изменяет зависимость числа обрывов проволок на пряди от числа проходов каретки.

Поскольку выносливость несущих канатов при многопролетной схеме их навески определяется выносливостью участков канатов, примыкающих к опорным башмакам, и значительно ниже, чем при однопролетной схеме навески [4], то при определении остаточной работоспособности несущих канатов многопролетных канатных дорог необходимо использовать данные настоящих исследований.

Используя данные об остаточной работоспособности несущих канатов, можно решить вопрос об экономической целесообразности их монтажа на новой лесосеке с известным запасом древесины. Для этого необходимо сравнить остаточную стоимость каната с затратами на снятие его после полного использования работоспособности и навеску нового несущего каната на той же лесосеке.

Монтаж несущего каната на новой лесосеке, если у него имеется i обрывов проволок на одной пряди, экономически целесообразен в случае превышения остаточной стоимости этого каната над ожидаемыми затратами на оплату труда, связанными с его снятием на этой лесосеке при полном использовании работоспособности и монтажа нового несущего каната. При этом следует также учесть экономический убыток, связанный с простоем установки во время монтажно-демонтажных работ.

Покажем на примере применение изложенной методики оценки.

Определим целесообразность монтажа несущего каната, имеющего три обрыва проволок на пряди и по которому уже перевезено 13 000 м³ древесины, на лесосеке с запасом древесины 8 000 м³.

Стоимость нового несущего каната такой же длины — 2 300 р. Зарплата рабочих на замене несущего каната на одной лесосеке — 500 р.

Из таблицы находим $K_i = 3 = 0,43$. Остаточная работоспособность каната

$$Q_{03} = 0,43 \cdot 13\,000 = 5\,590 \text{ м}^3.$$

Поскольку остаточная работоспособность оказалась меньше запаса древесины на лесосеке, то этот канат целесообразно установить на новой лесосеке с запасом древесины меньше остаточной работоспособности. При отсутствии такого варианта решим вопрос о целесообразности монтажа его на данной лесосеке.

Остаточная стоимость несущего каната

$$C_{03} = 0,3 \cdot 2\,300 = 690 \text{ р.}$$

Как видим, остаточная стоимость несущего каната выше затрат на оплату труда, связанных с его заменой, следовательно, установка этого каната на данной лесосеке экономически оправдана.

При этом следует иметь в виду, что при перевозке на новой лесосеке около 5 690 м³ древесины необходимо без дополнительного осмотра заменить старый канат, поскольку дальнейшая эксплуатация может привести к его обрыву.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 387254 СССР, МКИ G 01 п 3/14; G 01 п 3/56. Установка для исследования выносливости канатов / А. Г. Прохоренко, Н. В. Матишин (СССР).— № 1660465/25-28; Заявлено 14.04.71 // Открытия. Изобретения.— 1973.— № 27.— С. 124.
- [2]. Белая Н. М., Прохоренко А. Г. Канатные лесотранспортные установки.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 298 с. [3]. Белая Н. М., Прохоренко А. Г. Технические условия использования канатов подвесных лесотранспортных установок и повышения сроков их службы.— Львов: ЛЛТИ, 1975.— 20 с. [4]. Белая Н. М., Прохоренко А. Г., Матишин Н. В. Исследования выносливости несущих канатов с учетом влияния башмака промежуточной опоры // Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность.— Киев: Будівельник, 1975.— Вып. 5.— С. 77—81. [5]. Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны.— М.: Машгиз, 1966.— 482 с.

Поступила 19 сентября 1988 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.815-41

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОЙ ПЛИТЕ

С. М. ПЛОТНИКОВ, П. НИМЦ

Сибирский технологический институт
Дрезденский технический университет

В последние годы широкое распространение получило исследование свойств древесины и древесных материалов с помощью ультразвука. Применительно к древесным плитам данный метод впервые использовали [1] с целью определения зависимости скорости прохождения звука через образец с его плотностью и прочностными характеристиками. Для некоторых типов плит данной зависимости обнаружено не было.

Важнейшие прочностные показатели плиты определяются, как известно, послойным изменением ее плотности, т. е. профилем плотности плиты, который зависит от многих факторов технологии. Согласно работе [3], основными из них являются порода исходной древесины, размеры и форма стружки, ее влажность, насыпной вес стружечного пакета и условия прессования (скорость уплотнения, давление, температура, диаграмма прессования и др.).

В настоящей работе рассмотрено влияние важнейших технологических параметров, определяющих профиль плотности древесностружечной плиты (ДСП), на скорость прохождения через плиту ультразвуковых колебаний. Были исследованы следующие технологические величины:

- x_1 — соотношение толщины стружки наружных и внутреннего слоев;
- x_2 — содержание древесины сосны по отношению к древесине дуба;
- x_3 — соотношение массы наружных и внутреннего слоев;
- x_4 — соотношение связующего в наружных и внутреннем слоях;
- x_5 — соотношение влажности наружных и внутреннего слоев;
- x_6 — продолжительность достижения максимального давления прессования.

Уровни варьирования факторов представлены в таблице.

Фактор	Единица измерения	Уровень варьирования					
		Абсолютное значение			Относительное значение		
x_1	—	0,2/0,2	0,5/0,2	0,8/0,2	1	2,5	4
x_2	%	0	50	100	—	—	—
x_3	—	20/80	47/53	60/40	0,25	0,85	1,50
x_4	—	7/7	10/7	13/7	1	1,43	1,86
x_5	—	12/12	16/8	18/6	1	2	3
x_6	мин	0,8	1,9	3,0	—	—	—

Эксперимент проводили по плану Рехтшаффнера, предусматривающему намного меньший объем исследований по сравнению с классиче-

ским планом и изображающемуся относительно простым порядком опытов.

Стружку изготавливали из древесины сосны и дуба. Толщину стружки вдоль волокон регулировали выдвиганием ножей рубительной машины. Длина стружки составляла в среднем 24 мм. Осмоление проводили фенолформальдегидным клеем Leupa 4543; содержание парафина в наружных слоях составляло 3,7 % (относительно сухого остатка древесины), во внутреннем слое — 2,6 %. Трехслойные стружечные пакеты формировали вручную. Горячее прессование проводили в электрообогреваемом лабораторном прессе при температуре плит 160 °С в течение 6 мин после достижения максимального давления. По каждому из 28 вариантов плана было изготовлено по 3 образца плит форматом 420 × 420 мм², толщиной 19 мм, заданной плотностью 680 кг/м³ при влажности 8 %. После выдержки в штабеле в течение 5 дней плиты были отшлифованы на цилиндрической шлифовальной машине (зернистость 20) до толщины 16 мм и раскроены на стандартные образцы. Чистота поверхности образцов была достаточной для плотного соединения с ними датчиков.

Для генерации ультразвуковых колебаний использовали прибор ISME-D (ГДР), с помощью которого можно было определять длительность прохождения ультразвуковых импульсов через образец с одновременным измерением затухания амплитуды импульсов. Опыты проводили на частоте 46 кГц. Ультразвуковые колебания пропускали перпендикулярно пласти плиты, так как только в данном направлении возможен оперативный контроль в условиях производства.

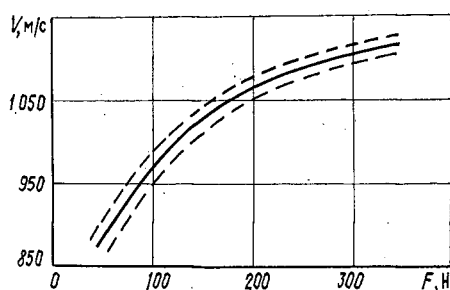


Рис. 1. Зависимость скорости ультразвука V в плите из стружки дуба ($x_2 = 0$) от усилия прижима F

В процессе измерений было установлено, что продолжительность прохождения ультразвука через плиту в большой степени зависит от усилия прижима датчика и приемника к образцу.

Зависимость скорости ультразвука от усилия прижима представлена на рис. 1. Незначительные усилия прижима приводят к разбросу искомых значений, а усилия более 300 Н могут привести к силовой деформации пробы и поломке датчика и приемника. Поэтому дальнейшие исследования проводили при усилиях прижима 200 Н, создаваемых испытательной машиной FPZ-100/1.

Считая, что между целевой функцией (скоростью распространения ультразвука в образце) и влияющими факторами нет линейной зависимости, использовали регрессионный подход, содержащий линейные и квадратичные члены:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^6 b_i x_i + \sum_{i=1}^6 b_{6+i} x_i^2. \quad (1)$$

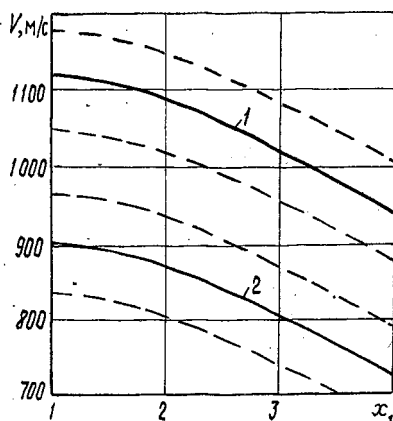
После элиминирования незначущих факторов получено следующее уравнение регрессии:

$$y = 987 - 3,94x_2 + 24,10x_3 + 166,5x_5 - 11,4x_1^2 + 0,0177x_2^2 - 40,7x_5^2 \quad (2)$$

с массой определенности 75 % и остаточным стандартным отклонением 68,5 м/с. Как оказалось, факторы x_4 и x_6 практически не влияют на целевую функцию. Зависимости скорости распространения ультразвуковых колебаний от влияющих факторов представлены кривыми на рис. 2—5.

Как видно из рис. 2, с увеличением соотношения толщины стружки различных слоев (параметр x_1) скорость звука через плиту падает,

Рис. 2. Зависимость скорости ультразвука V в плите от соотношения толщины стружки наружных и внутреннего слоев при соотношении масс слоев 1:4:1 и их одинаковой влажности: 1 — для плиты из стружки дуба; 2 — из стружки сосны



что можно объяснить снижением плотности расположения древесных частиц. Значения скорости звука для плит, изготовленных из смеси стружки сосны и дуба, располагаются, очевидно, между приведенными кривыми.

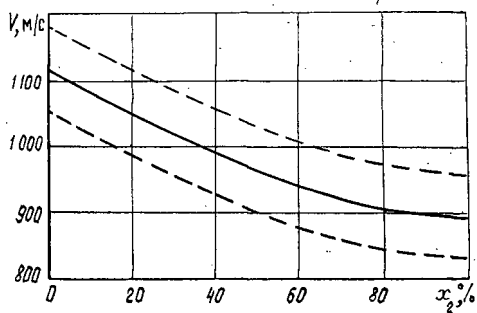


Рис. 3. Влияние содержания сосновой стружки x_2 в плите на скорость ультразвука V при $x_1 = 1$, $x_3 = 0,5$, $x_5 = 1$

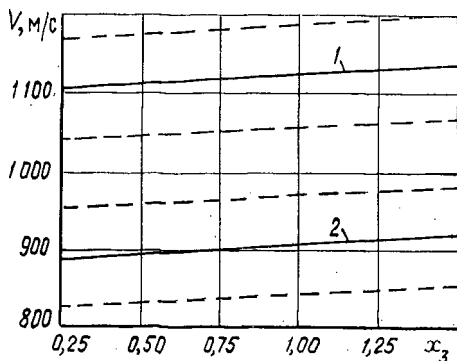


Рис. 4. Зависимость скорости ультразвука от соотношения масс наружных и внутреннего слоев плиты при их одинаковой влажности: 1 — для плиты из стружки дуба; 2 — из стружки сосны

Известно, что древесина дуба приблизительно в 1,3 раза плотнее древесины сосны, а скорость звука в более плотных средах выше. Этим можно объяснить то, что с увеличением доли сосновой стружки в плите (параметр x_2) скорость распространения звука падает (рис. 3).

Возрастание скорости прохождения ультразвука через плиту с увеличением доли наружных слоев в ней (рис. 4) также можно объяснить общим повышением плотности расположения древесных частиц и увеличением числа проклеенных переборок между частицами.

Из работы [2] известно, что с повышением влажности древесины скорость прохождения через нее ультразвука падает, причем особенно резко в диапазоне влажности от 0 до 25 %. Этим можно объяснить форму кривых, представленных на рис. 5. Когда влажность всех слоев плиты равна 12 % ($x_5 = 1$), скорость прохождения звука через плиту мала. С возрастанием влажности наружных слоев одновременно уменьшается влажность внутреннего слоя плиты ($x_5 = 2$), что в целом ведет к повышению скорости звука. Дальнейшее увеличение влажности на-

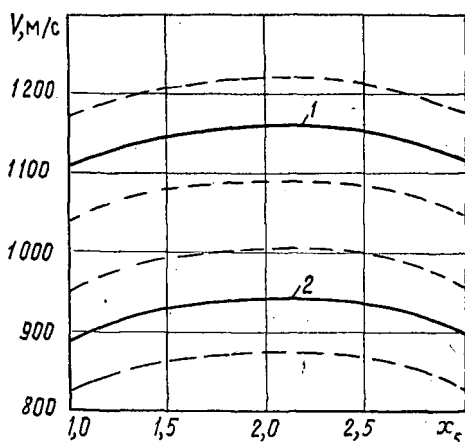


Рис. 5. Влияние соотношения влажности наружных и внутренних слоев x_5 плиты на скорость ультразвука V при $x_1 = 1$, $x_3 = 0,5$: 1 — для плиты из стружки дуба; 2 — из стружки сосны

ружных слоев снижает скорость, с которой ультразвуковые колебания проходят через образец.

В полученных образцах определяли прочность на изгиб, прочность на растяжение перпендикулярно пласти и модуль упругости. Однако корреляция данных величин со скоростью прохождения ультразвука через образцы была очень слаба (мера определенности менее 60 %), несмотря на то, что эти показатели сами по себе зависят от профиля плотности трехслойной плиты. Очевидно, здесь сказывается суммарное воздействие на целевую функцию комплекса рассмотренных разнозначных параметров и неучтенных малозначащих факторов.

Таким образом, результаты можно использовать для непрерывного неразрушающего контроля технологических параметров в процессе изготовления ДСП: соотношений масс, влажности и размеров стружки наружных и внутреннего слоев. Это позволит повысить оперативность контроля и степень автоматизации производства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Burmester A. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Schallgeschwindigkeit und Rohdichte, Querkzug—sowie Biegefestigkeit von Holzspanplatten // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1968.— 42.— S. 113—117. [2]. Burmester A. Zusammenhänge zwischen Schallgeschwindigkeit und morphologischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Holz // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1965.— 39.— S. 227—236. [3]. Plath E., Schnitzler E. Das Rohdichteprofil als Beurteilungsmerkmal von Spanplatten // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1974.— 48.— S. 443—449.

Поступила 14 июля 1988 г.

УДК 691.11:674.048

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПО ДИАГРАММЕ КИНЕТИКИ РАЗБУХАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Н. М. АГАБЕКОВ

Азербайджанский инженерно-строительный институт

Вопросу определения влажности древесины, пропитанной маслянистыми веществами, посвящены работы ряда исследователей.

При изучении влияния высокотемпературной сушки в петролатуме на гигроскопические свойства древесины сосны [4] учитывали массу петролатума, поглощенного образцами. Для определения истинной влажности древесины С. Е. Штейнберг [4] производил экстракцию

петролатума из образца в чистом авиационном бензине в течение 30 сут с четырехкратной сменой бензина. Постоянная масса образца после экстракции не являлась массой абс. сухой древесины, поскольку при экстракции вместе с петролатумом извлекались и другие вещества, содержащиеся в древесине. Определение влажности древесины по способу С. Е. Штейнберга требует большой затраты времени.

Л. О. Лепарский [3] для определения уменьшения средней влажности образца в течение всего процесса высокотемпературной сушки одновременно с каждым основным из той же доски вырезал еще контрольные образцы. По ним находили влажность пропитанной древесины в определенный момент сушки.

В работах [3, 4] влажность пропитанных петролатумом образцов древесины определяли на контрольных образцах в лабораторных условиях. Однако в этих работах не приведены данные по влажности пропитанной древесины в процессе эксплуатации, когда неизвестны содержание пропиточного вещества, начальная влажность образцов, количество влаги в древесине.

Известно, что показатели физико-механических свойств древесины сильно зависят от ее влажности, причем влияние оказывает только связанная влага. С увеличением ее содержания, т. е. при увлажнении древесины до предела насыщения, показатели всех механических свойств резко уменьшаются. Поэтому своевременное контролирование содержания связанной влаги в древесине имеет большое значение для сохранения прочностных показателей деревянных изделий и конструкций, в частности, пропитанных маслянистыми веществами.

Для оценки влажности пропитанной древесины нами разработан способ [2], базирующийся на имеющейся зависимости влажностных деформаций от связанной влаги. С достаточной степенью приближения можно полагать, что между разбуханием и прибылью связанной влаги имеется линейная зависимость:

$$W = \frac{a_w - a_0}{a_{п.н} - a_0} W_{п.н},$$

где $a_w - a_0$ — деформация разбухания древесины от абс. сухого состояния до влажности W , мм;

$a_{п.н} - a_0$ — деформация разбухания древесины от абс. сухого состояния до предела насыщения, мм;

$W_{п.н}$ — влажность древесины при пределе насыщения (в среднем для всех пород она составляет 30 %).

Значения деформаций разбухания можно определить по диаграмме кинетики линейного разбухания древесины, показывающей зависимость разбухания от длительности выдержки образцов в воде.

Область применимости формулы (1) находится в пределах 0...30 % связанной влаги древесины.

Формулу можно использовать для определения влажности пропитанной маслянистыми веществами древесины, заменив $W_{п.н}$ пределом гигроскопичности. Поскольку на заводах (предприятиях) древесину пропитывают определенными видами маслянистых антисептиков, то для каждого вида пропиточной жидкости надо найти предел гигроскопичности древесины, пропитанной этими жидкостями [1].

Влажность натуральной и пропитанной древесины определяли следующим образом. Рейку из заболонной древесины сосны (поперечное сечение 10×10 мм) распиливали поперек волокон на образцы длиной 8 мм в количестве 30 шт.

Образцы влажностью W были разделены на три группы по 10 образцов: I группа — влажность натуральной древесины определяли по ГОСТ 16483.7—71; II и III группы — влажность натуральной и пропитанной древесины определяли соответственно по новому способу [3].

Но- мер груп- пы	Состояние древесины	Размеры образцов, мм			Деформация разбухания, мм		Предел гигро- скопиче- ской всп. г, %	Влаж- ность древе- сны W, %	Способ определя- ния влажности
		при абс. сухом состоя- нии a_0	при влаж- ности W , a_W	при пре- деле на- сыщения $W_{п.н.}$, $a_{п.н.}$	при влаж- ности W , $\epsilon_W = a_W - a_0$	при пределе насыщения, $\epsilon_{п.н.} = a_{п.н.} - a_0$			
I	Натуральная (контроль)	—	—	—	—	—	30	10,15	По ГОСТ 16483,7—71
II	Натуральная	10,05	10,28	10,72	0,23	0,67	30	10,30	По диаграмме
III	Пропитанная маслянистым антисептиком- флегмой	10,07	10,31	10,35	0,24	0,28	12	10,28	По диаграмме

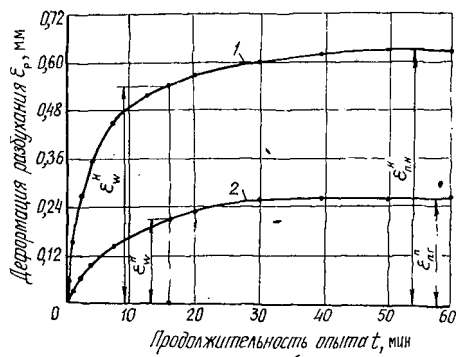


Диаграмма кинетики разбухания древе-
сины: 1 — натуральной; 2 — пропи-
танной

Образцы I группы взвешивали на аналити-
ческих весах с точностью 0,001 г, затем высу-
шивали в сушильном шкафу при температуре
 $103 \pm 2^\circ \text{C}$ до абс. сухого состояния.

Образцы II и III групп измеряли микро-
метром в тангенциальном направлении с точ-
ностью 0,01 мм. Затем образцы III группы
пропитывали маслянистым антисептиком —
легкой флегмой каталитического крекинга при
комнатной температуре. После пропитки их
извлекали из ванны и вновь измеряли с ука-
занной точностью. Размеры a_W до и после
пропитки оказались одинаковыми. Поглощение
древесины сосны флегмой составляло 70 %.
Затем образцы II и III групп отдельно вы-
сушивали в сушильном шкафу до абс. сухого
состояния, определяли их размеры a_0 , по од-
ному устанавливали в бронзовый стаканчик
и выдерживали в воде до полного разбуха-
ния — предела насыщения, после чего инди-
катором часового типа определяли размер $a_{п.н.}$

По результатам наблюдения строи-
ли диаграмму кинетики разбухания,
где по оси абсцисс откладывали время,
а по оси ординат — деформацию раз-
бухания ϵ_p в тысячных долях милли-
метра (см. рис.).

При влажности W и пределе на-
сыщения ординаты этой диаграммы рав-
ны: для натуральной древесины $\epsilon_W^h =$
 $= a_W^h - a_0^h$, $\epsilon_{п.н.}^h = a_{п.н.}^h - a_0^h$, для про-
питанной древесины $\epsilon_W^h = a_W^h - a_0^h$,
 $\epsilon_{п.н.}^h = a_{п.н.}^h - a_0^h$.

Влажность образцов II и III групп определяли по диаграмме. Для
этого ординату ϵ_W делили на ординату $\epsilon_{п.н.}$ и полученное от деления
частное умножали на $W_{п.н.}$. Для пропитанной флегмой древесины $W_{п.н.}$
в среднем составляла 12 %.

Результаты вычисления влажности натуральной и пропитанной
древесины приведены в таблице.

Из данных таблицы видно, что влажность древесины, определяе-
мая по диаграмме кинетики разбухания, незначительно (в пределах
0,15 %) отличается от определяемой по ГОСТ.

Предложенный нами способ позволяет определить влажность пропитанной древесины в изделиях и конструкциях. Для этого необходимо из изделий или конструкций вырезать рейку длиной 20...25 см с поперечным сечением 15×15 мм и положить ее в полиэтиленовый мешок. В лаборатории поперечное сечение рейки нужно довести до 10×10 мм так, чтобы годовые слои были параллельны одной паре противоположных граней; затем из рейки вырезать образцы длиной 8 мм и сразу же определить их размеры a_w . После этого образцы необходимо высушить в сушильном шкафу до постоянной массы и найти их размеры a_0 ; затем поместить в стакан с водой, выдержать до полного насыщения и определить их размеры $a_{п.н.}$.

Зная заранее предел гигроскопичности пропитанной древесины, можно вычислить ее влажность по вышеприведенной формуле. Значение этой влажности соответствует влажности пропитанной древесины в процессе эксплуатации в момент вырезки образцов из изделий или конструкций.

Использование нового способа дает возможность просто, но достаточно точно определить влажность древесины в изделиях и конструкциях при их эксплуатации. Своевременное контролирование влажности имеет большое значение для сохранения прочности деревянных изделий и конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Агабеков Н. М. К вопросу определения влажности пропитанной древесины // Строительство и архитектура.—1984.— № 12.— С. 126—128.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. А. с. 979817 СССР. Способ определения влажности древесины / Н. М. Агабеков (СССР).— Бюл. № 45 // Открытия. Изобретения.— 1982.— № 45. [3]. Лепарский Л. О. Исследование поведения древесины в процессе высокотемпературной сушки // Науч. сообщ. ЦНИИСК.— 1961.— Вып. 16.— С. 111—121. [4]. Штейнберг С. Е. Высокотемпературная сушка древесины в петролатуме.— М.: Гослесбумиздат, 1962.— С. 71—76.

Поступила 29 февраля 1988 г.

УДК 691.11 : 539.384

О РОЛИ СУЧКОВ В МЕХАНИЗМЕ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ИЗГИБЕ ДОЩАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗНОЙ ВЛАЖНОСТИ

Н. Д. ДЕНЕШ, Ю. Ю. СЛАВИК

ЦНИИСК

Статистическая обработка результатов испытаний на изгиб реальной конструкционной древесины [7, 8] показала, что минимальная прочность, т. е. прочность образцов с большими сучками, в растянутой зоне практически не зависит от влажности. Это не согласуется с данными традиционных испытаний чистой древесины, сопротивление изгибу которой при увлажнении значительно снижается. Для выяснения причин такого расхождения, имеющего принципиальное значение, нами исследованы напряженно-деформированное состояние и прочность изгибаемого элемента с сучком при влажности 12 и 30 %; методика и результаты приведены ниже.

Два одинаковых образца ели (рис. 1), полученных продольной распиловкой одного трехметрового бруса, испытывали (каждый) при двух значениях влажности нагружением $\Delta p = 0,8$ кН (13...15 % от разрушающей). После минутной выдержки под нагрузкой методом спекл-интерферометрии [2] замерыли вертикальные v и горизонтальные u перемещения узловых точек координатной сетки с шагом в 1 см, нанесен-

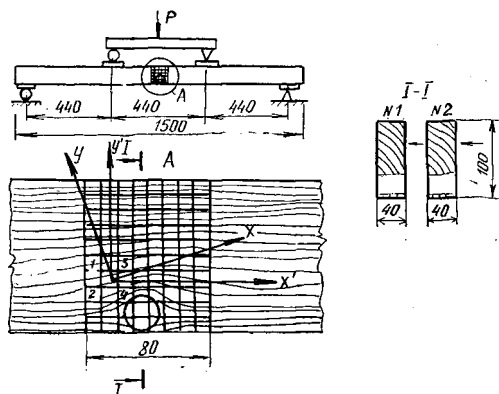


Рис. 1. Схема нагружения образцов (стрелками показано направление съемок спекл-интерферограмм)

ной на поверхность образца в присучковой зоне* (рис. 1, А). Затем образцы довели до разрушения, один во влажном, другой — в сухом состоянии.

Используя выражения Коши, рассчитали прирост относительных деформаций древесины каждой ячейки координатной сетки при нагрузке Δp :

$$\begin{aligned}\varepsilon_{x'} &= (u_3 - u_1 + u_4 - u_2)/2dx; \\ \varepsilon_{y'} &= (v_1 - v_2 + v_3 - v_4)/2dy; \\ \gamma_{x'y'} &= (u_1 - u_2 + u_3 - u_4)/2dy + (v_3 - v_1 + v_4 - v_2)/2dx.\end{aligned}\quad (1)$$

С помощью известных формул преобразования (2) перешли к деформациям каждой ячейки в локальных осях координат, совпадающих в средней ее точке с осями ортотропии x , y , направленными соответственно вдоль и поперек волокон древесины:

$$\begin{aligned}\varepsilon_x &= \varepsilon_{x'} l_1^2 + \varepsilon_{y'} m_1^2 + \gamma_{x'y'} l_1 m_1; \\ \varepsilon_y &= \varepsilon_{x'} l_2^2 + \varepsilon_{y'} m_2^2 + \gamma_{x'y'} l_2 m_2; \\ \gamma_{xy} &= 2\varepsilon_{x'} l_1 l_2 + 2\varepsilon_{y'} m_1 m_2 + \gamma_{x'y'} (l_1 m_2 + l_2 m_1),\end{aligned}\quad (2)$$

где $l_1 = \cos \angle x'x$; $m_1 = \cos \angle y'x$;
 $l_2 = \cos \angle x'y$; $m_2 = \cos \angle y'y$.

Это позволило использовать линейные модифицированные критерии прочности [1] для определения в каждой точке коэффициента запаса k прочности материала в сухом и влажном состоянии как отношения предельных деформаций к соответствующим деформациям при нагрузке Δp :

$$-\varepsilon_{sx} \leq \varepsilon_x \leq \varepsilon_{px}, \quad \varepsilon_y \leq \varepsilon_{py}, \quad \gamma_{xy} \leq \Gamma_{xy}.\quad (3)$$

Здесь ε_{sx} , ε_{px} , ε_{py} , Γ_{xy} — соответственно предельные относительные деформации сжатия, растяжения вдоль волокон, растяжения поперек волокон и сдвига (табл. 1).

* Опыты проводили совместно с сотрудниками НИИстройфизики, под рук. канд. техн. наук А. Е. Штанько.

Таблица 1
Предельные относительные деформации древесины
в зависимости от влажности

Влаж- ность, %	Предельные относительные деформации $\cdot 10^4$			
	ϵ_{cx}	ϵ_{px}	ϵ_{py}	Γ_{xy}
11...12	34	77	139	151
30	25	80	202	374

При деформациях сжатия $k_c = \epsilon_{cx} / -\epsilon_x$, растяжения вдоль и поперек волокон соответственно $k_{px} = \epsilon_{px} / \epsilon_x$ и $k_{py} = \epsilon_{py} / \epsilon_y$, при сдвиге вдоль волокон $k_{ch} = \Gamma_{xy} / \gamma_{xy}$. По минимальным значениям найденных коэффициентов устанавливали теоретическую причину разрушения в точке и величину разрушающей нагрузки $p_{разр} = k_{min} \Delta p$.

Предельные деформации получили по результатам стандартных испытаний малых чистых образцов древесины, вырезанных из испытанных элементов и материала, оставшегося после их изготовления.

Предельные деформации сжатия вдоль волокон определяли с учетом нелинейности диаграммы работы, согласно [1], в виде $\epsilon_{cx} = (\pi/2) R_{cx} / E_x$ по средним значениям сопротивления сжатию R_{cx} и модуля упругости E_x (табл. 2); предельные деформации растяжения вдоль волокон — по данным испытаний каждого образца, исходя из линейной зависимости деформаций от напряжения $\epsilon_{px} = R_{px} / E_x$. Предельные деформации растяжения поперек волокон определяли в направлении под углом 45° к тангенциальному, согласно расположению годовичных колец по сечению (рис. 1) и в сучке вдоль оси x . В табл. 1 приведены средние значения фактических деформаций в момент разрушения. Всего было испытано 34 образца на сжатие, 33 — на растяжение вдоль волокон и 16 — на растяжение поперек волокон. Кроме того, для более детального изучения вопроса испытали 16 образцов на растяжение под углом 45° к волокнам (табл. 2).

Таблица 2

Влажность, %	Механические характеристики, МПа'								Источник данных, порода дерева
	при растяжении						при сжатии		
	R_{px}	R_{p45}	R_{py}	E_x	E_{45}	E_y	R_{cx}	E_x	
12	136	8,63	3,88	18 400	970	462	40,5	18 400	Наши испы- тания, ель
30	107	5,03	2,28	13 200	460	160	18,4	—	

Снижение показателя, %

Увеличение влаж- ности от 12 до 30	22	42	41	28	53	65	53	—	» [4] сосна [3] ель
	22	—	43	—	—	—	53	38	

Угловые предельные деформации определяли, согласно [1], по формуле:

$$\Gamma_{xy} = C_y / G_y (\pi/2 + \arcsin C_y / C_x),$$

где C_y , C_x — сопротивление сдвигу вдоль волокон и перерезыванию соответственно;

G_y — модуль сдвига вдоль волокон,

Сопротивления сдвигу древесины ели при влажности 12 и 30 % приняли равными 6,8 и 4,4 МПа соответственно, а отношение C_y/C_x — равным 0,25 [6]. Модули сдвига при этих значениях влажности, равные соответственно 765 и 200 МПа соответственно, определили с учетом поправок на влажность, согласно [6], по данным Штамера, приведенным в работе [5] для ели с примерно таким же модулем упругости E_x , что и наши образцы (разница при влажности 15 % составляет 4,8 %).

Результаты испытаний показали, что наблюдается принципиальное различие процесса разрушения двух подобных изгибаемых элементов в зависимости от влажности: разрушение сухого началось в растянутой зоне с образования трещины на кромке под сучком, а влажного — в сжатой зоне с образования складки. У влажного образца число разрывов в растянутой зоне существенно больше, процесс разрушения не концентрировался в каком-либо одном очаге, как у сухого.

Прирост относительных деформаций ϵ_x , в сучке у обоих образцов с самого начала был больше, чем в остальных точках. Во влажном состоянии образца они распределены по длине более равномерно, т. е. прирост деформаций в сучке не так резко увеличен по сравнению с приростом деформаций в присучковой зоне, как у того же образца в сухом состоянии (рис. 2). В сжатой зоне прирост деформаций во влажном состоянии больше, чем в сухом.

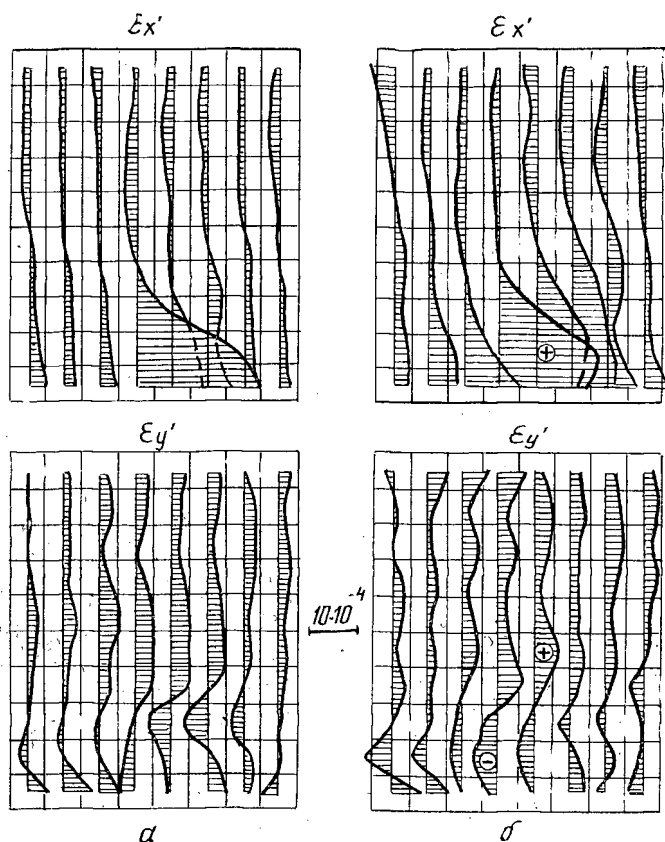


Рис. 2. Прирост относительных деформаций в присучковой зоне образца № 1 в сухом (а) и влажном (б) состоянии при увеличении нагрузки от 0 до 0,8 кН

Расположение точек с минимальным коэффициентом запаса в основном соответствовало очагам разрушения элементов. Первопричинами разрушения явились: отрыв вдоль волокон — вблизи сучка у растянутой кромки; смятие вдоль волокон — у сжатой кромки, затем происходили разрывы вдоль и преимущественно поперек волокон — в сучке и присучковой зоне. У образца № 1 теоретическая разрушающая нагрузка при влажности 30 % составила 4,8 кН (фактическая — 5,3 кН) по k_{min} в сжатой зоне, при влажности 12 % — 4,6 кН по k_{min} в растянутой зоне; у образца № 2 — 5,6 и 3,6 кН соответственно (фактическая при 12 % — 6,2 кН).

Разрушение древесины в отдельных точках-очагах не означало одновременной потери несущей способности образцов. Поэтому фактическое ее значение выше теоретического, а результаты проведенного анализа позволяют выявить лишь некоторые качественные закономерности поведения древесины в присучковой зоне при разной влажности, не претендуя на количественные оценки.

У обоих образцов во влажном состоянии k_{min} в растянутой зоне выше, чем в сухом, а в сжатой — наоборот. Следовательно, этот коэффициент, равный отношению предела прочности материала к напряжению (R/σ), в слабых точках при увлажнении элемента увеличивается. Это означает, что напряжения в этих точках уменьшаются в большей степени, чем прочность. По высоте сечения происходит перераспределение отношений прочности и напряжения, благоприятное для несущей способности элемента.

Возникает вопрос, за счет чего при увлажнении древесины может происходить увеличение коэффициента запаса в очаге разрушения изгибаемого элемента.

Очаг разрушения сухого элемента располагается в каком-либо из сечений присучковой зоны. В этом сечении вблизи нижней кромки (рис. 1) древесина работает под действием нормальных растягивающих напряжений, направленных под углом к волокнам, а вблизи верхней кромки — под действием напряжений сжатия вдоль волокон. Упругие постоянные древесины вдоль волокон и под углом к ним неодинаковы, т. е. элемент в данном сечении разномодульный по высоте. Нормальные напряжения растяжения или сжатия по сечению такого элемента распределяются пропорционально модулям упругости составляющих его слоев.

Увеличение влажности древесины изменяет эти характеристики в неодинаковой степени (табл. 2).

Рассмотрим, например, сечение I—I (рис. 1). Угол наклона волокон вблизи растянутой кромки к продольной оси элемента составляет 90°. Модуль упругости E_y при увлажнении снижается в процентном отношении примерно в полтора раза больше, чем E_x в сжатой зоне. В результате нормальные напряжения в растянутой кромке уменьшаются в большей степени, чем в сжатой. Соппротивление растяжению R_{py} снижается в меньшей степени, чем модуль упругости, а следовательно, и напряжения. В сжатой зоне картина обратная. Таким образом, отношение R/σ , т. е. коэффициент запаса в растянутой зоне, должно возрасти, а в сжатой снизиться, что и подтвердилось экспериментом. Тот же вывод получим для элемента с любым другим углом наклона волокон, по крайней мере от 90 до 45°, т. е. с другим расположением сучков, в том числе без выхода их на кромку.

Сказанное подтверждается результатами статистической обработки большого числа испытаний, проведенных Б. Мэдсенom [8], которые показали, что у сырого пиломатериала процент разрушений с образованием складки в сжатой зоне в 1,6—2 раза выше, чем у сухого,

У изгибаемого элемента из чистой прямослойной древесины разрушение начинается в сжатой зоне. При увлажнении прочность сжатой зоны снижается существенно больше, чем модуль упругости, а следовательно, и напряжения, а в растянутой — наоборот. Поэтому коэффициент запаса в сжатой зоне не увеличивается. Характер разрушения при увлажнении не меняется, очагом разрушения остается сжатая зона, а степень влияния влажности при изгибе практически та же, что и при сжатии, или незначительно меньше, что и наблюдалось в опытах на чистой древесине.

С этих позиций объясняется также и зависимость степени влияния влажности от прочности пиломатериала [7, 8]. Прочность пиломатериала зависит от размера, формы и расположения сучков, точнее, от углов наклона волокон в зоне сучка. А исходя из приведенных рассуждений, степень влияния влажности на распределение напряжений по сечению также зависит от углов наклона волокон. Отсюда прослеживается роль сучков в поведении древесины при увлажнении.

Таким образом, при увлажнении изгибаемого элемента в зоне сучка происходит перераспределение напряжений, благоприятное для его несущей способности, что компенсирует общее снижение прочности древесины. Причиной этого перераспределения является различие степени влияния влажности на механические характеристики древесины вдоль волокон и под углом к ним.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воронов А. Н., Гениев Г. А. Техническая теория линейного деформирования каменной кладки при плоском напряженном состоянии // Исследования по теории и методам расчета строительных конструкций.— М.: ЦНИИСК, 1984. [2]. Джоунс Р., Уайтс К. Голографическая и спекл-интерферометрия.— М.: Мир, 1986. [3]. Древесина. Показатели физико-механических свойств. РТМ.— М.: Стандартгиз, 1962. [4]. Леонтьев Н. Л. Упругие постоянные древесины.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. [5]. Митинский А. И. Упругие постоянные древесины как ортотропного материала // Тр. ЛТА.— Л., 1948.— Вып. 63. [6]. Перелыгин Л. М., Уголев Б. Н. Древесиноведение.— М.: Лесн. пром-сть, 1971. [7]. Савков Е. И. Прочность пиломатериалов.— М.: Гослесбумиздат, 1962. [8]. Madsen B., Jansen W., Zwaagstra J. Moisture effects in lumber // Structural research.— Vancouver: University of British Columbia, 1980.— Rep. N 27.

Поступила 16 марта 1987 г.

УДК 621.922

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭПОКСИДНО-ФЕНОЛЬНОЙ СВЯЗКИ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

А. В. ЯКУБОВСКИЙ, И. И. ХРОМЧАК, И. Н. ГОНЧАР,
А. Д. ПРИСТАЯ

Львовский лесотехнический институт
Мукачевская экспериментальная лыжная фабрика

При изготовлении шлифовальных инструментов, предназначенных для абразивной обработки древесных и других материалов, широко применяют эпоксидно-фенольную связку, состоящую из эпоксидной смолы ЭД-20 и связующего фенолформальдегидного порошкообразного (СФП) [2]. Так как при изготовлении инструмента необходимо предварительно смешивать эпоксидную смолу с СФП, то из-за высокой консистенции связки трудно получить качественную формовочную массу. Использование чистой эпоксидной смолы в качестве увлажнителя зерна с последующим введением в абразивную массу СФП не дает положительных результатов, так как на границе раздела абразивный мате-

риал — связка не обеспечивается надлежащая полимеризация эпоксидной смолы в связи с недостаточным количеством СФП, являющимся ее отвердителем.

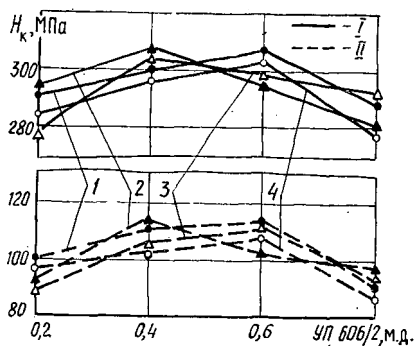
Авторы настоящей работы рекомендуют применять в эпоксидно-фенольной связке вместо ЭД-20 предварительно приготовленную эпоксидную композицию, состоящую из эпоксидной смолы, ангидридного отвердителя и катализатора. Такой компаунд служит одновременно увлажнителем абразива и связующим материалом.

Соотношение ингредиентов композиции подбирали таким образом, чтобы продолжительность и температура полимеризации ее и СФП были одинаковыми. Оптимальные температура и продолжительность полимеризации СФП: двухступенчатая термообработка при 140 и 180 °С в течение 8 ч. Эпоксидные композиции по двухступенчатому режиму полимеризуются только с ангидридными отвердителями [1]. Меняя количество отвердителя и ускорителя, можно изменять температуру и продолжительность полимеризации эпоксидной композиции в достаточно широком диапазоне, включающем значения, рекомендуемые и для СФП. Из известных ангидридных отвердителей только ИзоМТГФА, МТГФА, УП-609 и МЭА-610 жидкие и, следовательно, наиболее технологичны при изготовлении абразивного инструмента. Ангидрид ИзоМТГФА — самый низковязкий, а композиции на основе ЭД-20 и ИзоМТГФА имеют наиболее высокие физико-механические показатели [3]. Из основных катализаторов отверждения эпоксидных смол жидкими веществами являются ускорители УП 606/2 и УП-0613, причем вязкость УП 606/2 почти в 4 раза ниже, а физико-механические показатели эпоксидных композиций на его основе выше по сравнению с катализатором УП-0613 [3].

В качестве компонентов для изготовления эпоксидной композиции, используемой для увлажнителя абразивного зерна, авторами были приняты смола ЭД-20 (ГОСТ 10587—76), ангидрид ИзоМТГФА (ТУ 6-09-3321—73) и катализатор УП 606/2 (ТУ 6-05-1946—81), обеспечивающие формовочной массе технологичность и незначительную усадку при полимеризации, а готовому инструменту — высокую водостойкость и прочность.

Ниже приведены результаты экспериментальных исследований по совершенствованию связки жесткого абразивного инструмента.

Рис. 1. Зависимость твердости абразивных кругов H_K от содержания в эпоксидной композиции ускорителя УП 606/2 при различных соотношениях ЭД-20 и ИзоМТГФА, массовые доли: 1 — 100 : 50; 2 — 100 : 75; 3 — 100 : 100; 4 — 100 : 125; I — карбид кремния; II — кремнь



С целью определения оптимального состава рекомендуемой эпоксидной композиции исследовали влияние количественного соотношения ее компонентов на твердость, водостойкость и длину шлифования за период стойкости кругов на эпоксидно-фенольной связке. Термообработку кругов осуществляли при ранее установленных режимах полимеризации фенолформальдегидной связки. Твердость инструмента определяли путем вдавливания пуансона со сферическим наконечником (ГОСТ 16483.17—81) в четырех точках на каждом торце инструмента. Влияние содержания катализатора в композиции при различных соотношениях ЭД-20 и ИзоМТГФА в массовых долях (м. д.) исследовали на кругах из карбида кремния черного и кремня зернистостью 50. Структура кругов из карбида кремния — 6-я, содержание связки — 16 %; структура кругов из кремня — 7-я, содержание связки — 10 %. Соотношение СФП — эпоксидная композиция в обоих случаях равно 70 : 30.

Результаты измерений (рис. 1) показывают, что изменение количества ИзоМТГФА в принятых соотношениях не оказывает существенного влияния на твердость абразивных кругов. Это позволяет, из соображений экономии, рекомендовать минимальное количество отвердителя — 50 м.д. на 100 м.д. эпоксидной смолы. Количество ускорителя

принимая в пределах 0,4...0,6 м. д., так как в этом случае, при прочих равных условиях, достигается наивысшая твердость кругов.

Водостойкость абразивного инструмента оценивали изменением твердости кругов, выдержанных в воде в течение 5, 10, 15, 20, 25 и 30 сут. Зависимость изменения твердости исследованного инструмента от времени воздействия на него воды представлена на рис. 2.

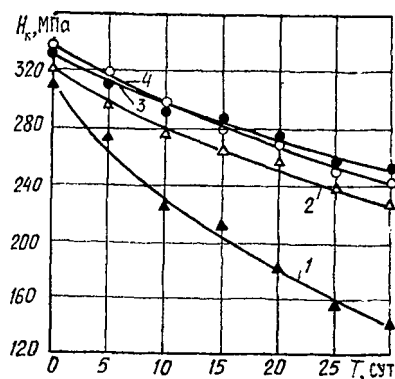


Рис. 2. Зависимость изменения твердости абразивных кругов H_k от времени воздействия на них воды T при различных жидких составляющих связки: 1 — БЖ-3; 2 — ЭД-20; 3 — ЭД-20 — 100 м. д., ИЗОМТГФА — 50, УП 606/2 — 0,5; 4 — ЭД-20 — 100 м. д., ИЗОМТГФА — 100; УП 606/2 — 0,5

Исследования проводили на абразивных кругах 6-й структуры из карбида кремния черного зернистостью 50, при содержании связки в объеме круга 16 % и соотношении СФП и жидкой составляющей 70 : 30. В качестве жидкой составляющей связки использованы жидкий бакелит (БЖ-3) и ЭД-20 (кривые 1 и 2), а также разработанная эпоксидная композиция с соотношением ингредиентов — ЭД-20 : ИЗОМТГФА : УП 606/2, равным 100 : 50 : 0,5 и 100 : 100 : 0,5 м. д. (кривые 3 и 4).

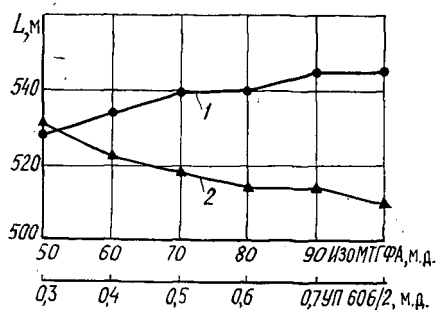
Как видно из графиков, воздействие воды вызывает различное уменьшение твердости исследованных кругов. Наиболее интенсивное снижение твердости наблюдается для инструмента, в котором в качестве жидкой составляющей связки использован жидкий бакелит и достигает 52 % за 30 сут выдержки в воде (кривая 1). Круги, в которых в качестве увлажнителя абразива использована чистая эпоксидная смола ЭД-20, теряют в аналогичных условиях до 31 % своей первоначальной твердости (кривая 2). Уменьшение твердости инструмента на эпоксидном увлажнителе составляет, в зависимости от соотношения ингредиентов, от 23 до 26 % (кривые 3 и 4).

В процессе исследования влияния содержания ИЗОМТГФА на длину шлифования за период стойкости при обработке асбестоцемента количество катализатора в эпоксидной композиции составляло 0,4 м. д. на 100 м. д. смолы ЭД-20. Изучение влияния катализатора УП 606/2 на работоспособность инструмента проводили на кругах, при изготовлении которых содержание ангидрида было постоянным и составляло 50 м. д. на 100 м. д. эпоксидной смолы. Соотношение СФП : эпоксидная композиция было равно 30 : 70. В экспериментах использовали абразивные круги твердостью 200...220 МПа, 6-й структуры, с абразивом из карбида кремния черного зернистостью 80. Режимы обработки: скорость резания 27 м/с, скорость подачи 8 м/мин, толщина снимаемого слоя 0,3 мм. Результаты представлены на рис. 3.

Из анализа зависимостей на рис. 3 можно заключить, что варьирование количества вводимых компонентов эпоксидного увлажнителя в принятых пределах не оказывает существенного влияния на длину шлифования за период стойкости абразивных кругов.

Обобщение и анализ проведенных исследований позволяют рекомендовать для изготовления жесткого абразивного инструмента следую-

Рис. 3. Зависимость длины шлифования L от содержания компонентов эпоксидного увлажнителя за период стойкости абразивных кругов при обработке асбестоцемента: 1 — 50 м. д., ИзоМТГФА на 100 м. д. ЭД-20; 2 — 0,5 м. д. УП 606/2 на 100 м. д. ЭД-20



щий состав эпоксидной композиции, м. д.: ЭД-20 — 100, ИзоМТГФА — 50 и УП 606/2 — 0,5. Такой состав увлажнителя абразива обеспечивает высокую технологичность абразивной массы, незначительную ее усадку в процессе полимеризации, а также высокую твердость и водостойкость инструмента. Увлажнитель характеризуется низкой вязкостью и, проникая в поры и микротрещины абразивного зерна, в значительной степени повышает смачиваемость его поверхности, что обеспечивает хороший контакт между абразивным материалом и связующим за счет адгезионных сил сцепления, обуславливающих прочность композиции в целом.

Абразивные круги, изготовленные с применением разработанного эпоксидного увлажнителя, внедрены на Мукачевской экспериментальной лыжной фабрике для шлифования армирующих и отделочных материалов лыж. Шлифование производили с подачи в зону резания водной СОЖ, что позволяет существенно повысить производительность и качество обработки, значительно улучшить условия труда. Фактический годовой экономический эффект от применения разработанного инструмента составил в 1987 г. 41,7 тыс. р.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. № 527458 СССР. Эпоксидная композиция / М. Ф. Стецюк и др. — Бюл. № 33 // Открытия. Изобретения. — 1980. — № 33. [2]. Густы Е. Я., Голка В. С. О разработке новой связки для абразивных цилиндров // Комплексное использование древесного сырья и внедрение безотходных технологий в лесной и деревообрабатывающей промышленности: Тез. докл. науч.-техн. конф. — Ивано-Франковск, 1985. — С. 93. [3]. Справочник по пластическим массам. Т. 2 / Под ред. В. М. Катаева, В. А. Попова, Б. И. Сажина. — М.: Химия, 1975. — 568 с.

Поступила 16 мая 1988 г.

УДК 62-791.8 : 674.038.6

МЕТОД ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СОРТИРОВКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

В. В. ХАРИТОНОВ, Б. Г. СТАРОДУБЕЦ

Московский лесотехнический институт, ЦНИИМЭ

Один из важнейших показателей надежности технических объектов и технологических процессов — средняя наработка на отказ. Критерии отказов для класса систем управления техническими объектами и технологическими процессами характеризуются совокупностью признаков неработоспособного состояния функциональных блоков, современный уровень создания которых основан на использовании средств вычислительной техники.

При эксплуатации систем управления имеют место перемежающиеся отказы, обусловленные сбоями в работе дискретных элементов из-за «провалов» напряжения электропитания. Среднюю наработку на сбой для средств вычислительной техники регламентируют по ГОСТ 21552—76 рядом значений, обоснование и включение которых в нормативно-техническую документацию для конкретных систем управления следует проводить с учетом области их применения и условий эксплуатации. Наряду с этим, предусматриваемые, как правило, технические средства и схемные решения не являются абсолютной гарантией предотвращения сбоев. Указанное обстоятельство приводит к необходимости разработать расчетный метод оценки максимально допустимого числа сбоев систем управления и безотказности их функционирования в течение заданного времени работы (или времени выполнения установленного объема работ). Методологической основой могут служить положения ГОСТ 27.202—83 и ГОСТ 27.204—83, которые позволяют увязать оценочные параметры надежности систем управления с производительностью технологического оборудования, использующего системы управления, а также с совокупностью размерно-качественных признаков объекта труда.

Предлагаемый метод оценки надежности систем управления разработан применительно к автоматизированному процессу сортировки штучных грузов, в частности, круглых лесоматериалов. Особенность данного технологического процесса — значительная номенклатура наименований круглых лесоматериалов (сортиментов), различающихся как по качественным, так и по размерным признакам [2].

Распределение сортиментов по лесонакопителям зависит от плана их поставок на каждом конкретном предприятии. Соответствие лесонакопителей наименованиям сортиментов (в том числе — длинам) остается неизменным за определенный период эксплуатации лесотранспортера. Например, габариты накопителей для соответствующих длин сортиментов могут изменяться лишь в процессе реконструкции технологического участка. Для массовых (имеющих наибольший выход по объему) сортиментов выделяют два или три лесонакопителя.

Так, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке для хвойного пиловочника длиной 5,5 и 6,5 м предусмотрено по три лесонакопителя, а в Европейской части СССР для хвойного пиловочника длиной 4,0 м — по два [1].

Наименование адресации сортиментов с использованием сдвоенных и строенных лесонакопителей производят по мере их заполнения с целью обеспечения ритмичности процесса сортировки.

Следовательно, общее число накопителей n распределяется следующим образом:

$$n = n_1 + n_2 + n_3, \quad (1)$$

где n_1 — число накопителей, каждому из которых соответствует определенное наименование сортиментов, совокупность которых можно характеризовать средним объемом бревна q_1 ;

n_2 — число сдвоенных накопителей для наименований сортиментов, характеризующихся средним объемом бревна q_2 ;

n_3 — число строенных накопителей для наименований сортиментов, характеризующихся средним объемом бревна q_3 .

Число лесонакопителей n_1 , в свою очередь, соответствует n_1 наименований сортиментов, n_2 — $\frac{n_2}{2}$ наименований, n_3 — $\frac{n_3}{3}$ наименований.

Наличие сбоев в процессе функционирования систем управления (независимо от их принципа действия) может обуславливать относительную погрешность δ сортировки бревен по объему из-за неправильной адресации их в накопители. Параметр δ целесообразно от-

нести в процентах к минимальному объему Q партии сортиментов определенного наименования и сорта, отгружаемой одному потребителю. Например, при сухопутной поставке сортиментов значение Q соответствует объему одного железнодорожного вагона. Число неправильно отсортированных бревен из-за наличия сбоев в системе управления, обуславливающих погрешность δ на партиях Q для каждой совокупности наименований сортиментов n_1 , $\frac{n_2}{2}$ и $\frac{n_3}{3}$, равно

$$\Delta_i = \frac{\frac{n_i}{i} \delta Q}{100}, \quad \text{где } i = 1, 2, 3. \quad (2)$$

Исходя из расчетного числа рабочих смен, необходимых для выработки объемов Q наименований сортиментов n_1 , $\frac{n_2}{2}$ и $\frac{n_3}{3}$, общее для n лесонакопителей предельно допустимое число сбоев системы управления за время смены равно

$$S = \frac{\delta P \sum_{i=1}^3 \frac{n_i}{i q_i}}{100 \sum_{i=1}^3 \frac{n_i}{i}} = \frac{\delta F \sum_{i=1}^3 q_i \frac{n_i}{i} \sum_{i=1}^3 \frac{n_i}{i q_i}}{100 \left(\sum_{i=1}^3 \frac{n_i}{i} \right)^2}. \quad (3)$$

Здесь $P = \frac{25 \cdot 200 k_T k_0 V_T}{l_{cp}}$ — сменная производительность сортировочного лесотранспортера, м³/смену;
 k_T — коэффициент загрузки лесотранспортера;
 k_0 — коэффициент, учитывающий простой лесотранспортера в ежесменном техническом обслуживании;
 V_T — скорость движения тягового органа лесотранспортера, м/с;
 l_{cp} — средняя длина сортимента, м;

$$q_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^3 q_i \frac{n_i}{i}}{\sum_{i=1}^3 \frac{n_i}{i}} \quad \text{— средний объем бревна для полной совокупности наименований сортиментов, м}^3.$$

В формуле сменной производительности число 25 200 характеризует продолжительность семичасовой рабочей смены в секундах, поскольку параметр V_T имеет размерность м/с.

Параметр δ в формуле (3) может быть выбран, исходя из требований к точности выборочного контроля количества и качества лесоматериалов. По ГОСТ 2292—74 предельная погрешность определения объема выборочной партии бревен составляет $\pm 3\%$. Параметр, задаваемый величиной более высокого порядка малости $\pm 0,3\%$, практически не повлияет на суммарную погрешность определения объема лесопроизводства для расчета с потребителями [3].

При значениях $i = 1, 2, 3$ формула (3) примет вид

$$S = \frac{\delta F \left(q_1 n_1 + \frac{q_2 n_2}{2} + \frac{q_3 n_3}{3} \right) \left(\frac{n_1}{q_1} + \frac{n_2}{2 q_2} + \frac{n_3}{3 q_3} \right)}{100 \left(n_1 + \frac{n_2}{2} + \frac{n_3}{3} \right)^2}. \quad (4)$$

Для дальнейшего анализа множество распределений лесонакопителей n_1, n_2, n_3 можно представить в виде матрицы

$$N = \begin{pmatrix} n_1 & n_1 & 0 & n_1 & n_1 & 0 & 0 \\ 0 & n_2 & n_2 & 0 & n_2 & n_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & n_3 & n_3 & n_3 & n_3 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где $n_1 = 1, 2, \dots, n$; $n_2 = 2m$, $m = 1, 2, \dots, \frac{n}{2}$;

$$n_3 = 3m, \quad m = 1, 2, \dots, \frac{n}{3}.$$

Столбцы соответствуют возможным распределениям лесонакопителей в каждом распределении с соблюдением условия (1).

В таблице приведены предельно допустимые значения S для различных n , характеризующихся распределением лесонакопителей (n_1, n_2, n_3) при $q_1 = 0,10$; $q_2 = 0,15$; $q_3 = 0,30$ (числитель) и $q_1 = 0,15$; $q_2 = 0,25$; $q_3 = 0,35$ (знаменатель).

n	6	8	10	12	14	16	18	20
S , ед./ сме- на	$\frac{8,3}{7,7}$	$\frac{8,2}{7,7}$	$\frac{8,6}{7,8}$	$\frac{8,3}{7,7}$	$\frac{8,8}{7,9}$	$\frac{8,5}{7,8}$	$\frac{8,8}{8,0}$	$\frac{8,6}{7,8}$

Верхние ограничения числа сбоев системы управления определяются, в основном, лишь взаимными отклонениями между q_1, q_2 и q_3 , мерой которых может служить среднеквадратичное отклонение.

Однако для практических целей целесообразно представить отклонения между q_1 и q_2, q_2 и q_3, q_1 и q_3 в виде безразмерных коэффициентов.

$$k_1 = \frac{q_2}{q_1}; \quad k_2 = \frac{q_3}{q_2}; \quad k_3 = k_1 k_2 = \frac{q_3}{q_1}, \quad (6)$$

не зависящих от среднего объема $q_{\text{ср}}$ и количества лесонакопителей.

Для распределений лесонакопителей, исходя из условий нахождения максимумов предельно допустимых значений S , получим из (4):

$$S_{\max}^{1;3} = \frac{\delta F}{100 \left(n_1 + \frac{n_3}{3} \right)^2} \left(n_1 + k_1 k_2 \frac{n_3}{3} \right) \left(n_1 + \frac{n_3}{3 k_1 k_2} \right); \quad (7)$$

$$S_{\max}^{1;2;3} = \frac{\delta F}{100 \left(n_1 + \frac{n_2}{2} + \frac{n_3}{3} \right)^2} \left[n_1^2 + \left(\frac{n_2}{2} \right)^2 + \left(\frac{n_3}{3} \right)^2 + \right. \\ \left. + \frac{n_1 n_2}{2} \left(\frac{1}{k_1} + k_1 \right) + \frac{n_1 n_3}{3} \left(\frac{1}{k_1 k_2} + k_1 k_2 \right) + \frac{n_2 n_3}{6} \left(\frac{1}{k_2} + k_2 \right) \right]; \quad (8)$$

$$S_{\max}^{1;2} = \frac{\delta F}{100 \left(n_1 + \frac{n_2}{2} \right)^2} \left(n_1 + k_1 \frac{n_2}{2} \right) \left(n_1 + \frac{n_2}{2 k_1} \right). \quad (9)$$

Характеристикой работоспособности системы управления сортировкой в течение продолжительности смены может служить вероятность безотказной работы

$$P(S) = 1 - \frac{S q_{\text{ср}}}{\Pi}. \quad (10)$$

После приведения формулы (10) к виду, аналогичному (4), получим:

$$P(S) = 1 - \frac{\delta \left(q_1 n_1 + \frac{q_2 n_2}{2} + \frac{q_3 n_3}{3} \right) \left(\frac{n_1}{q_1} + \frac{n_2}{2q_2} + \frac{n_3}{3q_3} \right)}{100 \left(n_1 + \frac{n_2}{2} + \frac{n_3}{3} \right)^2} \quad (11)$$

Вероятности безотказной работы системы управления в условиях максимальных значений S можно определить с использованием формул (7)–(9).

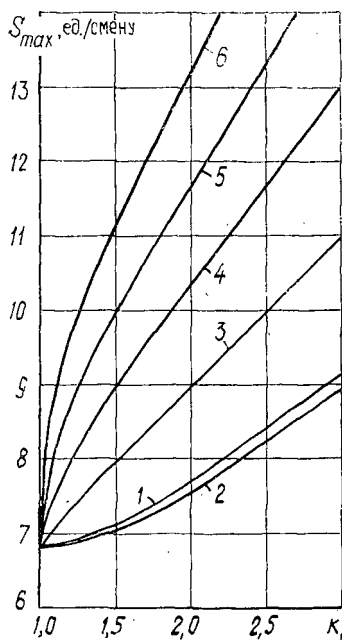


Рис. 1. Изменение S_{max} в зависимости от k_1 при различных k_2 : 1 — $k_2 = 0$; 2 — 1,0; 3 — 1,5; 4 — 2,0; 5 — 2,5; 6 — 3,0

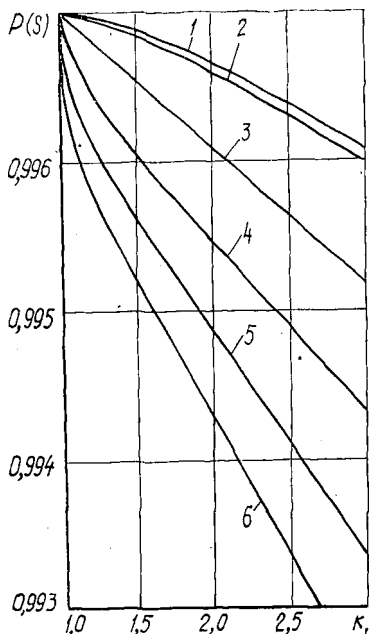


Рис. 2. Изменение $P(S)$ в зависимости от k_1 при различных k_2 : обозначения те же, что и под рис. 1

На рис. 1 и 2 приведены графики изменения S_{max} и $P(S)$, рассчитанные по формулам (7), (8), (9), (11), в зависимости от k_1 при фиксированных значениях k_2 . Зависимости при $k_2 = 1,0; 1,5; 2,0; 2,5$ и $3,0$ соответствуют значениям $S_{max}^{1;2;3}$ и $P^{1;2;3}(S)$, характеризующимся распределением лесонакопителей (n_1, n_2, n_3) , а при $k_2 = 0$ — значениям $S_{max}^{1;2}$ и $P^{1;2}(S)$ для распределения лесонакопителей $(n_1, n_2, 0)$. Значения $S_{max}^{1;3}$ и $P^{1;3}(S)$, соответствующие распределениям $(n_1, 0, n_3)$, определяют для соотношения $\frac{q_3}{q_1} = k_1 k_2$ и находят (по графикам на рис. 1 и 2) на пересечениях ординат, проведенных из точек на оси абсцисс k_1 , с кривыми k_2 . Значения параметров, определяющих производительность сортировочного лесотранспортера типа ЛТ-86А, приняты в соответствии с нормативно-технической документацией: $k_T = 0,6$; $V_T = 0,8$ м/с; $k_0 = 0,75$; $l_{cp} = 4,0$ м; $n = 18$.

Как видно из графиков, в существующем на практике диапазоне отклонений между q_1 , q_2 и q_3 , характеризующем комплексными зна-

чениями $k_3 = k_1 k_2$ в пределах $1,0 \dots 3,0$, система управления должна обеспечивать вероятность безотказной работы в течение продолжительности смены не менее 0,996; пределы ограничений максимально допустимого числа сбоев составляют от 6 до 9 ед./смену.

Для систем управления сортировкой в составе лесотранспортера ЛТ-182, имеющего скорость тягового органа 1,2 м/с, значение S_{max} находится в пределах $4 \dots 6$ ед./смену при обеспечении вероятности работы без сбоев за продолжительность смены не менее 0,998.

Предложенный метод, устанавливающий взаимосвязь между качеством функционирования системы управления сортировкой, распределением лесонакопителей по наименованиям сортиментов и изменчивостью средних объемов сортиментов, можно использовать на предварительном этапе обоснования структуры систем такого класса и нормирования показателей надежности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Оптимальное размещение накопителей на сортировочном конвейере / Д. К. Воевода, Л. М. Китайник, В. Е. Кузнецов и др. // Вопросы оптимизации технологических процессов и параметров машин для лесных складов.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1976.— С. 29—38. [2]. Петровский В. С., Харитонов В. В. Автоматика и автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— С. 240. [3]. Стародубец Б. Г. Точностный анализ автоматизированного процесса учета объемов круглых лесоматериалов // Метрология.— 1984.— № 5.— С. 7—14.

Поступила 24 октября 1988 г.

УДК 691.116

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Л. М. КОВАЛЬЧУК, А. В. БАЛТРУШАЙТИС

ЦНИИСК, Литовский НИИСиА

В пиломатериалах, используемых для изготовления деревянных конструкций, наиболее значимыми по встречаемости и влиянию на прочность конструкций дефектами строения древесины являются сучки. Выявлено [1, 6, 7], что дефекты неоднозначно влияют на прочность одно- и многослойных конструкций; последние обладают свойством снижать отрицательное влияние дефектов. Возрастание прочности многослойных клееных конструкций по сравнению с цельными однослойными объясняется рассредоточением сучков, приводящим к повышению однородности материала. Степень рассредоточения зависит от размеров сучков и количества слоев в элементе [4]. Однако в указанных работах не выявлена роль взаимного поддерживающего действия склеенных слоев и перераспределения напряжений в околосучковой зоне; не изучено влияние качества древесины на длительную прочность многослойных конструкций, однако для неклееных конструкций такая зависимость установлена [5].

В данной работе поставлена задача установить влияние взаимного поддерживающего действия склеенных слоев на распределение напряжений в околосучковой зоне и зависимость длительной прочности многослойных элементов конструкций от качества древесины.

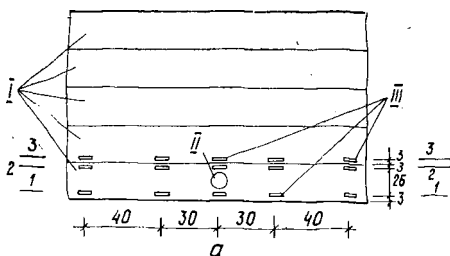
При изучении взаимного поддерживающего действия слоев были испытаны на изгиб до разрушения парные модельные балки размером $120 \times 160 \times 2140$ мм, склеенные из слоев древесины ели толщиной 32 мм. Сосредоточенные усилия прикладывали на расстоянии 750 мм от опор при пролете 2000 мм. Наиболее возможная идентичность парных балок была достигнута путем изготовления слоев из од-

ной доски. В нижних, растянутых при изгибе, слоях на расстоянии 120 мм от середины пролета имелись кромочные сучки диаметром 16 мм. Парные балки отличались между собой тем, что по всей длине зоны «чистого» изгиба (т. е. 500 мм) и на всю ширину одной из балок создавался искусственный непрочный слой между растянутым наружным и прилегающим к нему слоем путем укладки одного слоя полиэтиленовой пленки.

Деформации волокон древесины нижнего растянутого слоя в зоне изучаемого дефекта, а также прилегающего к нему слоя измеряли с помощью тензорезисторов (база 20 мм), наклеенных на боковые поверхности балок.

Схема расположения тензорезисторов и характер распределения деформаций волокон древесины растянутых слоев изгибаемых элементов при нагрузке $p = 20$ кН приведены на рис. 1.

Рис. 1. *а* — фрагмент средней части образца с расположением тензорезисторов; *б* — график относительных деформаций древесины обычного образца; *в* — то же с непрочным слоем; *1* — слой древесины; *II* — сучок; *III* — тензорезисторы; *1, 2, 3* — кривые распределения относительных деформаций древесины в сечениях 1—1, 2—2 и 3—3 соответственно

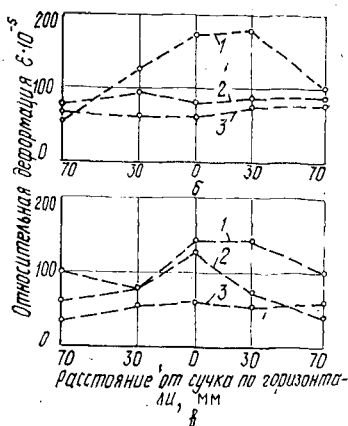


На рис. 1, *а* слои древесины пронумерованы, а пронумерованы сечения 1—1, 2—2, 3—3, в которых измеряли относительные деформации древесины. Даны также расстояния между тензорезисторами как по горизонтали (30, 40, ... мм), так и по вертикали (3, 26, ... мм).

При отсутствии клеевого соединения между двумя растянутыми слоями (рис. 1, *в*) отмечаются повышенные деформации волокон древесины в околосучковой зоне в сечениях 1—1 и 2—2. Хотя точное определение действующих напряжений затруднено из-за изменчивости деформативных характеристик древесины в пределах одного слоя, столь значительное повышение относительных деформаций около сучка свидетельствует о наличии концентрации напряжений.

На рис. 1, *б* показано близкое к линейному распределение деформаций в сечениях 2—2 и 3—3, что свидетельствует о совместной работе склеенных слоев. В этом случае повышенные напряжения в околосучковой зоне воспринимаются прилегающими волокнами соседнего слоя. Концентрация напряжений отмечается только в сечении 1—1, где поддержки нет. Эти испытания показали, что клеевые соединения обеспечивают совместную работу слоев клееных элементов, снижают степень концентрации напряжений в зоне дефектов и, следовательно, уменьшают отрицательное влияние последних на прочность многослойных элементов.

Для экспериментальных исследований прочности клееных элементов были изготовлены модельные балки размером $152(h) \times 120 \times 2140$ мм. Слои толщиной 19 мм склеивали с помощью фенолформальдегидного клея ФРФ-50. Для балок первого вида (Б-1) в наиболее напряженные зоны помещали два слоя из древесины 2-го сорта, в остальную зону — 3-го сорта. Несущая способность балок определя-



лась прочностью древесины 2-го сорта. Все слои балок второго вида (Б-2) были изготовлены из древесины 3-го сорта. Сучки, определяющие сортность слоев, располагались в зоне чистого изгиба при нагружении по вышеописанной схеме.

При получении показателей начальной прочности балок из древесины разного качества испытания проводили до разрушения при изгибе; определяли разрушающую нагрузку и, в соответствии со [2], приведенное время до разрушения.

Длительную прочность клееных образцов изучали при действии постоянной нагрузки в условиях переменных температуры и влажности окружающей среды.

В климатической камере с помощью рычажных установок были загружены две группы модельных балок; в каждой группе имелось по 6 балок видов Б-1 и Б-2. Для первой группы уровень постоянной нагрузки был назначен по результатам кратковременных испытаний и составлял около 0,4 начальной прочности. Во второй группе нагрузка была одинаковой для всех балок и вызывала нормальные напряжения в наиболее напряженном растянутом слое $\sigma = 18,2$ МПа. Нагружение осуществляли с соблюдением схемы кратковременных испытаний. Одновременно в климатическую камеру помещали третью группу по 6 модельных балок видов Б-1 и Б-2, которые экспонировали без действия внешней нагрузки.

Все балки, находящиеся в климатической камере, подвергали циклическим увлажнению и высушиванию, что примерно соответствовало влажностному состоянию клееных конструкций, эксплуатируемых в жестких температурно-влажностных условиях [3]. Балки первой группы подвергали семи циклам температурно-влажностных воздействий в течение 147 сут, а второй и третьей групп — десяти циклам с общей продолжительностью 210 сут.

Во время испытаний измеряли прогибы в середине пролета и регистрировали момент разрушения балок. По истечении намеченного срока длительных воздействий модельные балки, сохранившие целостность, доводили до разрушения по методике кратковременных испытаний. Следовательно, определяли степень накопления повреждений и, как следствие, изменение прочности клееных элементов в результате длительных температурно-влажностных воздействий как при действии внешней нагрузки, так и без нее.

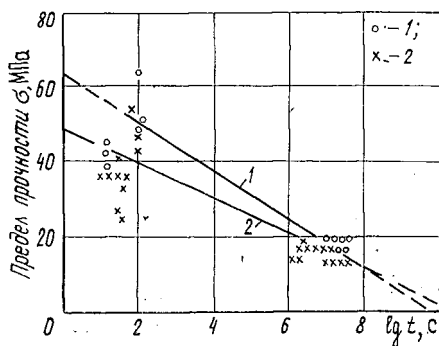


Рис. 2. Зависимость прочности от продолжительности воздействий (σ — $\lg t$): 1 — для балок Б-1; 2 — Б-2

Результаты испытаний приведены в таблице и изображены на графике (рис. 2), ордината которого представляет предел прочности, а абсцисса — логарифм приведенного времени до разрушения.

Установлено (см. табл.), что начальная кратковременная прочность многослойных элементов, изготовленных из древесины 3-го сорта, в среднем на 19,2 % ниже прочности элементов из древесины 2-го сорта.

По результатам кратковременных и длительных испытаний на графике нанесены прямые, отражающие снижение прочности балок двух видов во времени. При определении уравнений прямых учтены данные и четырех балок, которые не разрушились во время длительных испытаний. Реальные показатели времени до разрушения в логарифмической шкале не привели бы к существенному изменению положения экспериментальных точек, так как последующие кратковремен-

Вид балок	Кратковременные испытания		Длительные испытания					
	Предел прочности σ , МПа	Приведенное время до разрушения, с	I группа		II группа		III группа	
			Продолжительность воздействия (или время до разрушения), сут	Предел прочности после воздействия σ , МПа	Продолжительность воздействия (или время до разрушения), сут	Предел прочности после воздействия σ , МПа	Продолжительность воздействия, сут	Предел прочности после воздействия σ , МПа
Б-1	48,7	107,6	61	—	210	33,0	210	48,4
	39,0	54,6	84	—	60	—	210	52,3
	44,5	60,6	32*	—	78	—	210	45,8
	64,6	107,6	52	—	60	—	210	47,8
	57,6	216,6	147	44,3*	210	41,3	210	59,6
	50,0	270,0	42	—	115	—	210	32,9
Среднее	50,7							47,8
Б-2	41,5	60,2	16	—	42	—	210	28,5
	50,0	93,6	84	—	21	—	210	33,1
	52,7	75,6	147	32,5	94	—	210	52,6
	30,7	48,4	79	—	91	—	210	28,8
	47,9	104,6	22	—	34	—	210	40,6
	40,7	60,7	107	—	54	—	210	30,4
	32,0	42,6	—	—	—	—	—	—
	37,7	56,6	—	—	—	—	—	—
	44,6	85,6	—	—	—	—	—	—
	37,1	54,4	—	—	—	—	—	—
	35,8	53,6	—	—	—	—	—	—
	40,8	58,6	—	—	—	—	—	—
Среднее	40,9							35,7

Примечание. Звездочка показывает, что разрушение этих образцов произошло от действия касательных напряжений. (Остальные образцы разрушились от действия нормальных напряжений в растянутой зоне).

ные испытания выявили наличие в балках значительного накопления повреждений: пределы прочности всех балок значительно ниже средних показателей начальной прочности.

Разница в прочности многослойных изгибаемых элементов, изготовленных из древесины разного качества, уменьшается с увеличением длительности действия нагрузки. Данное явление, по-видимому, связано с релаксационными процессами, происходящими в многослойных элементах в режиме длительного нагружения: ползучесть наиболее напряженных волокон древесины при одновременной поддержке прилегающими слоями приводит к снижению концентрации напряжений в зоне сучков. Поэтому отрицательное влияние пороков на прочность многослойных элементов при действии длительной нагрузки проявляется в меньшей степени, чем при кратковременном нагружении.

Проведенные испытания показали следующее.

1. Сучки в меньшей степени влияют на прочность многослойных элементов, чем цельных, что является следствием взаимного поддерживающего действия склеенных слоев.

2. Разница в прочности разнородных многослойных элементов сокращается с увеличением времени действия нагрузки, что указывает на наличие связи длительной прочности с качеством древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Губенко А. Б. Изготовление клееных деревянных конструкций и деталей. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1957.—348 с. [2]. Иванов Ю. М. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций.—М., 1976.—28 с. [3]. Ломакин А. Д., Мартинец Д. В., Прилепский Е. А. Клееные деревянные конструкции в сельскохозяйственных зданиях.—М.: Стройиздат, 1982.—104 с. [4]. Ясинский В. С. К вопросу определения вероятности совпадения сучков в многослойных клееных несущих конструкциях // Технология и оборудование деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр.—1974.—Вып. 3.—С. 710. [5]. Madsen B. Duration of load test for wet lumber in bending // Forest Products Journal.—1975.—V. 25.—N 5.—P. 33—40. [6]. Peterson J., Madson G., Moody R. C. Tensile strength of one-, two- and three- ply glulam members of 2 b b Douglas fir // Forest Products Journal.—1981.—V. 31.—N 1.—P. 42—48. [7]. Suchland O. Teoretical analysis of yield and strength potential of two-ply lumber // Forest Products Journal.—1980.—V. 30.—P. 41—47.

Поступила 25 июля 1988 г.

УДК 630* 812

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ПО МАССЕ ШТАБЕЛЯ

Е. С. БОГДАНОВ, И. Г. РЯБКОБЫЛЕНКО, Л. А. ЯНКОВСКИЙ

ЦНИИМОД, Архангельский лесотехнический институт

Наиболее перспективный метод контроля средней влажности штабеля в процессе сушки — весовой, основанный на измерении убыли массы штабеля.

Ранее [3] было предложено измерять убыль массы штабеля путем установки датчиков массы под специально устроенные подвижные участки рельсового пути. Подобная схема реализована Калининским политехническим институтом (КПИ) с применением гидравлического весового устройства [5]. Известный недостаток этого метода — необходимость определения средней начальной влажности высушиваемых пиломатериалов по секциям влажности для нахождения «сухой» массы штабеля, что уменьшает точность контроля текущей влажности. Этот недостаток сказался и при испытаниях экспериментальной автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) сушки пиломатериалов, разработанной и внедренной Калининским политехническим институтом на Пеновском ДОКе. Точность контроля текущей влажности оказалась равной $\pm 2,5\%$, что не удовлетворяет технологическим требованиям [2]. В испытываемой системе сухую массу штабеля определяли по средней плотности высушиваемой древесины и ее объему.

Один из авторов данной статьи (совместно с В. А. Лебедевым, В. А. Григорьевым, В. Н. Прутенским [1]) предложил устройство для автоматического контроля влажности пиломатериалов при камерной сушке, в котором использование вычислительных блоков позволяет по измеренным в процессе сушки значениям убывающей массы штабеля прогнозировать ход кривой сушки и вычислять массу штабеля, соответствующую равновесной влажности на данной ступени режима. Однако реализация этого устройства требует разработки специальной программы для вычислительных машин, так как типовых подобных программ нет.

В. Н. Прутенский [4] сделал попытку дать алгоритм прогнозирования кривой изменения массы штабеля в процессе сушки. Однако при этом особенности процесса сушки пиломатериалов не были учтены:

прогнозировали ход кривой сушки без учета различных ступеней режима, а в качестве асимптоты принимали значение массы штабеля, соответствующее конечной влажности.

Сущность рассматриваемого ниже способа прогнозирования кривой сушки заключается в следующем. Через заданные промежутки времени измеряют массу штабеля, по этим данным определяют вид аппроксимирующей функции изменения массы во времени, которая асимптотически приближается к массе штабеля, соответствующей равновесной влажности древесины при заданном режиме сушки; затем вычисляют массу штабеля, соответствующую этой равновесной влажности, определяют массу штабеля в абс. сухом состоянии и по полученным данным находят среднюю влажность штабеля в процессе сушки.

При сушке древесины многоступенчатыми режимами последовательность операций повторяют для каждой ступени.

С целью реализации предложенного способа прогнозирования кривой сушки и вычисления текущей влажности с помощью средств вычислительной техники разработана программа для ЭВМ «Искра-226» с применением языка BESIC-2.

Общепринято, что зависимость массы высушиваемого материала от времени сушки экспоненциальная:

$$m = (m_0 - m_p) e^{-pt} + m_p, \quad (1)$$

где m_0 — начальная масса штабеля;

m_p — равновесная масса на заданной ступени режима сушки;

t — время;

p — показатель экспоненты.

Параметры формулы (1) можно найти только эмпирически по нескольким замерам текущей влажности в процессе сушки. Очевидно, точность прогнозирования зависит от того, насколько удачно определены эти параметры.

При определении параметров методом наименьших квадратов (МНК) задача имеет свои особенности и трудности.

Во-первых, параметры входят в формулу (1) нелинейно, и МНК непосредственно неприменим. Поэтому функцию линеаризируем: «привязываясь» к трем точкам, находим начальные приближения параметров и раскладываем функцию в ряд Тейлора. Затем с помощью МНК находим поправки к начальным параметрам. Процесс нахождения поправок повторяем циклически до тех пор, пока они не обратятся в нуль (с заданной точностью).

Во-вторых, в случае трех и более переменных МНК приводит к плохо обусловленной алгебраической системе. Поэтому здесь система решается самым надежным методом — по схеме Жордана.

В-третьих, в результате значительного разброса экспериментальных данных возникает вопрос об их предварительном сглаживании. Обычное параболическое сглаживание в данном случае только ухудшает ситуацию. Поэтому нами применена специально разработанная методика локального экспоненциального сглаживания (описание ее выходит за рамки этой статьи). Сглаживание производили после первого цикла МНК.

По найденному уравнению кривой убыли массы штабеля находили равновесное значение массы (асимптота данной функции), по которому определяли «сухую» массу материала, текущую влажность и время окончания процесса сушки при заданной конечной влажности. На экране дисплея программа позволяет построить график полученной функции и нанести экспериментальные точки, а результат отпечатать на принтере.

Программа состоит из пяти основных блоков.

1. Блок ввода исходных данных. Запрашивают число экспериментальных точек, информацию о шаге (постоянный или переменный). Если шаг постоянный, запрашивают его величину. Затем на экране высвечивают таблицу для ввода значений времени и массы материала.

Ввод значений производят пакетами по 10 элементов. Если в пакете имеется ошибка, то предоставляется возможность поправить ее путем ввода данного пакета заново. В последнюю очередь запрашивают значения температур сухого и смоченного термометров на данной ступени режима сушки.

2. Блок вычисления параметров функции. Определяют параметры уравнения (1). Вычисленные значения вводят либо на экран дисплея, либо на алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ).

3. Блок записи данных на гибкий магнитный диск (ГМД). Блок позволяет записать значения абсцисс и ординат экспериментальных точек, их число N , а также 50 точек теоретической кривой на гибкий магнитный диск. Абсциссы точек теоретической кривой возрастают от 0 с шагом $\frac{N+4}{50}$. Для хранения теоретических и экспериментальных точек используют различные файлы. Имена файлов задает пользователь. Если указанный пользователем файл уже имеется на ГМД, то печатают сообщение, имя файла запрашивают повторно. Запись данных в файлы ГМД организована таким образом, что позволяет впоследствии передавать их в программу SIG, которая предназначена для графической интерпретации данных.

4. Блок графической информации. Позволяет построить на экране дисплея график полученной функции и значения экспериментальных точек.

5. Блок расчета прогнозируемых параметров. Производят загрузку таблицы значений равновесной влажности из файла «Р. ВЛ» гибкого диска. По значениям температур сухого и смоченного термометров рассчитывают искомые значения равновесной влажности. Если психометрическая разность температур превышает 31, то значение равновесной влажности W_p вводит пользователь.

В предварительно опытных сушках было обнаружено, что на 1-й ступени режима сушки при средней начальной влажности пиломатериалов более 35 % кривая сушки (текущая влажность) асимптотически приближается не к значению равновесной влажности, соответствующей заданной температуре и степени насыщенности, а к так называемому «квазиравновесному» состоянию при большей влажности, чем равновесная. Численное значение этой квазиравновесной влажности близко к так называемой переходной $W_{пер}$, определяемой по Г. С. Шубину [6]:

$$W_{пер} = \frac{3W_{п.г} + W_{p_1}}{4}, \quad (2)$$

где $W_{п.г}$ — предел гигроскопичности;

W_{p_1} — равновесная влажность на 1-й ступени режима сушки.

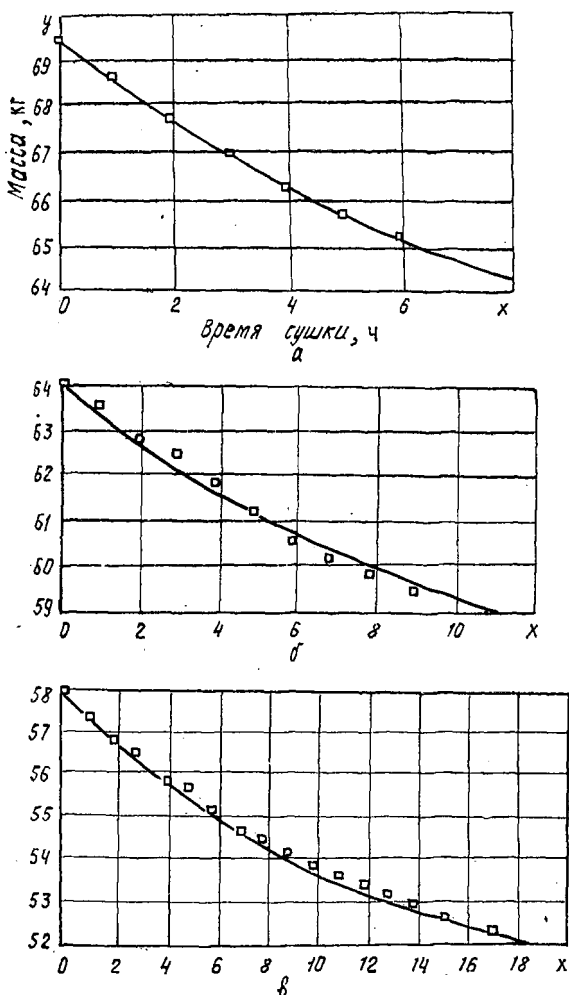
Поэтому на 1-й ступени режима сушки при прогнозе мы приняли значение квазиравновесной влажности, к которой приближается масса штабеля, равным $\frac{W_{p_1} + 75}{4}$. По известному значению равновесной (переходной) влажности вычисляем массу сухого материала, текущую влажность и т. д.

В 1987 г. на лабораторной экспериментальной установке были проведены по программе прогнозирования четыре контрольные опытные сушки. Высушивали еловые доски сечением 38×100 и 38×150 мм, длиной 1300 мм форсированным режимом.

В процессе сушки по мере накопления экспериментальных данных производили прогноз на ЭВМ. Первый прогноз делали при получении не менее 7 точек (взвешивание материала производили через 1 ч) на каждой ступени режима сушки. Затем прогноз повторяли при большем числе точек, что позволило уточнить значения массы, соответствующие равновесной влажности, и сухой массы.

Как правило, во втором прогнозе уточняются значения сухой массы, а следовательно, и текущей влажности.

Кривые изменения массы контрольного штабеля в процессе опытной сушки 2 на каждой из трех ступеней режима и результаты прогнозирования: а — ступень 1 (равновесная масса 60, 90 кг, равновесная влажность 21,30 %, масса сухого материала 50,21 кг, текущая влажность 29,95 %, $Y = 8,65 \exp(-0,117 X) + 60,91$); б — ступень 2 (равновесная масса 50,90 кг, равновесная влажность 6,68 %, масса сухого материала 47,72 кг, текущая влажность 24,59 %, $Y = 13,11 \exp(-0,482 X) + 50,91$); в — ступень 3 (равновесная масса 50,32 кг, равновесная влажность 3,20 %, масса сухого материала 48,76 кг, текущая влажность 10,31 %, $Y = 7,59 \exp(-0,078 X) + 50,33$)



На рисунке представлены данные одной из опытных сушек, полученные путем распечатки расчетов на графопостроителе, а в таблице даны результаты определения конечной влажности по программе прогнозирования на ЭВМ в сравнении с определенной после сушки по секциям влажности. Средняя точность прогнозирования конечной влажности $\pm 1,25$ % вполне удовлетворительная. В таблице для сравнения даны также значения сухой массы высушиваемого материала, определенные по прогнозу и по секциям влажности. Совпадение также удовлетворительное.

Точность прогнозирования текущей влажности на первых двух ступенях режима сушки ниже, чем на последнем этапе конечной влаж-

Но- мер суш- ки	Конечная влажность, %		Раз- ность, %	Масса сухая, кг		Раз- ность
	по сек- циям влаж- ности	по прог- нозу		по сек- циям влаж- ности	по прог- нозу	
1	7,1	5,50	1,60	55,4	56,20	0,80
2	6,0	5,82	0,18	48,7	48,76	0,06
3	7,2	6,06	1,14	50,3	50,82	0,52
4	10,4	8,30	2,10	49,8	50,80	1,00
Средняя $\pm 1,25$				Средняя $\pm 0,6$		

ности. Например, из рисунка видно, что значения сухой массы по результатам прогноза отличаются на каждой из ступеней. Это отличие в примере соответствует погрешности определения текущей влажности на 1- 2-й ступенях примерно $\pm 3\%$. Но на первых этапах сушки точность контроля влажности всегда ниже, чем в конце сушки, например, из-за значительных отклонений влажности отдельных досок в штабеле от средней. В конце сушки эти отклонения выравниваются.

При оценке погрешностей следует учитывать, что в экспериментальной камере массу материала определяли динамометрами с классом точности 2,0, что соответствует возможной инструментальной погрешности $\pm 0,4$ кг при диапазоне шкалы динамометра 0...20 кг. Динамометров на установке четыре штуки, поэтому погрешность взвешивания может быть и большей, т. е. результаты определения конечной влажности (см. табл.) находятся в диапазоне погрешностей измерения массы.

По результатам опытных сушек можно сделать вывод, что разработанная программа прогнозирования на ЭВМ текущей влажности высушиваемых пиломатериалов отвечает поставленным задачам и дает удовлетворительную точность прогноза; для повышения точности массу высушиваемого материала следует измерить устройствами с допустимой основной погрешностью не более 0,5.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1038770 СССР, МКИ F 26 В 25/22. Устройство для автоматического регулирования процесса камерной сушки пиломатериалов / Е. С. Богданов, В. А. Григорьев, В. А. Лебедев, В. Н. Прутенский (СССР).— № 3375636/24-06; Заявлено 29.12.81; Опубл. 30.08.83. Бюл. № 32 // Открытия. Изобретения.— 1983.— № 32.— С. 104. [2]. Богданов Е. С. Технологические требования к АСУТП сушки пиломатериалов // Деревообраб. пром-сть.— 1986.— № 4.— С. 18—19. [3]. Богданов Е. С., Соколов П. В. Контроль влажности пиломатериалов в процессе камерной сушки // Науч. тр. ЦНИИМОД.— Архангельск, 1965.— № 19.— С. 88—97. [4]. Прутенский В. Н. Исследование и разработка систем автоматизированного управления процессом сушки и отображения технологической информации с применением мини ЭВМ. Автореф. дис... канд. техн. наук.— Калинин, 1981.— 24 с. [5]. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки древесины.— Архангельск: ЦНИИМОД, 1985.— 144 с. [6]. Шубин Г. С. Физические основы и расчет процессов сушки древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 246 с.

Поступила 7 июля 1988 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 630*181

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОНОТЕРПЕНОВ
КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ***Р. Т. ГУТ, Г. Т. КРИНИЦКИЙ**Львовский лесотехнический институт*

Интенсивное развитие лесного семеноводства на генетико-селекционной основе активизирует работы по дальнейшей закладке и изучению географических культур основных лесообразующих пород. Кроме типичных биометрических измерений, все шире проводят физиолого-биохимические исследования географических культур, позволяющие вскрыть внутренние особенности роста и развития различных экотипов.

В последние годы возрос интерес к изучению в органах древесных растений терпеноидов, биосинтез которых в значительной степени обусловлен генетически. Установлено, что качественный состав терпеновых масел у сосны обыкновенной довольно стабилен в онтогенезе и в различные сезоны года, а также не претерпевает существенных изменений при смене условий питания и физико-географических параметров среды [4, 5, 7, 9].

Состав монотерпенов широко используют в таксономии для решения спорных вопросов по разграничению видов и подвидов [1, 8] при оценке филогенетической подвинутости древесных растений [2]. Выявлены существенные различия в содержании некоторых компонентов терпеновых масел у плюсовых деревьев сосны обыкновенной, произрастающих в различных экологических условиях [6]. Количественное содержание в хвое α -пинена, Δ^3 -карена и их соотношение можно использовать при определении типов роста сосны обыкновенной [3]. В связи с этим необходимо знать особенности накопления монотерпенов при изучении внутривидового разнообразия древесных растений в географических посадках.

Исследования проводили в географических культурах сосны обыкновенной, заложенных в 1975 г. на Ростоцье Львовской обл. (кв. 10, 11, 16 Страдчанского лесничества учлесхозага Львовского лесотехнического института). Тип лесорастительных условий — свежая суборь (B_2), тип леса — свежая дубовая суборь. Почва дерново-слабоподзолистая супесчаная свежая на песках водно-ледникового происхождения. Размещения посадочных мест $2,0 \times 0,75$ м. Для посадки использовали однолетние сеянцы, выращенные в теплице с синтетическим покрытием.

Были взяты девять географических вариантов сосны, районы естественного произрастания которых характеризуются приблизительно одинаковыми типами лесорастительных условий и расположены по отношению к Львовскому Ростоцью в двух направлениях — восточном и северо-восточном (табл. 1).

Отобранные варианты представляют экологический ряд с постепенным усилением континентальности климата с запада на восток и северо-восток. Наибольшей интенсивностью роста отличается местный экотип. Хорошим ростом характеризуются также киевский, воронежский, саратовский, гомельский и московский варианты. Наименьшие биометрические показатели наблюдаются у сосны из Оренбургской, Кустанайской и Кировской областей.

Итак, для изучения содержания монотерпенов в органах сосны, были взяты географические варианты, характеризующиеся разной интенсивностью роста в условиях Львовского Ростоцьа и соответственно различиями в генетической основе.

Монотерпены определяли в хвое и однолетних побегах, которые заготавливали в конце вегетационного периода (сентябрь) из 30 средних деревьев каждого исследуемого варианта.

Таблица 1

Область (географическое происхождение варианта)	Координаты места сбора семян, град-мин		Биометрические показатели 10-летних культур		
	Широта	Долгота	Средняя высота H , см	Текущий прирост по высоте ZH , см	Средний диаметр D у корневой шейки, мм
Львовская (местный экотип)	50-05	24-00	$364 \pm 8,3$	$69 \pm 1,5$	$83 \pm 2,5$
Восточное направление					
Киевская	50-21	31-00	$313 \pm 8,8$	$63 \pm 1,8$	$78 \pm 2,8$
Воронежская	51-38	39-28	$305 \pm 8,4$	$62 \pm 2,3$	$76 \pm 2,5$
Саратовская	52-05	47-21	$317 \pm 7,7$	$55 \pm 1,1$	$84 \pm 2,5$
Оренбургская	52-47	52-15	$279 \pm 9,0$	$50 \pm 2,0$	$74 \pm 3,1$
Кустанайская	52-50	63-50	$183 \pm 7,4$	$40 \pm 2,5$	$50 \pm 2,4$
Северо-восточное направление					
Гомельская	51-14	31-40	$328 \pm 8,3$	$66 \pm 1,9$	$79 \pm 2,2$
Московская	55-32	38-57	$314 \pm 8,7$	$54 \pm 1,6$	$75 \pm 2,8$
Кировская	58-49	50-06	$220 \pm 7,6$	$40 \pm 1,6$	$56 \pm 2,3$

двумя экотипа с южной стороны верхней мутовки. Эфирные масла отгоняли гидродистилляционным способом, а анализировали методом газожидкостной хроматографии. Соединения монотерпеновой фракции идентифицировали по времени удерживания и методом эталонных проб. Количественный состав отдельных веществ определяли методом внутренней нормализации по площадям пиков от суммы всех компонентов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что монотерпеновые фракции сосны — сложная многокомпонентная смесь, качественный состав которой индентичен как в хвое, так и побегах и не зависит от географического происхождения семян (табл. 2).

Однако по количественному содержанию идентифицированных компонентов монотерпеновых фракций между хвоей и однолетними побегами наблюдаются существенные различия.

Наиболее распространенные компоненты монотерпеновых углеводородов: α - β -пинен и Δ^3 -карен. Суммарное содержание их в хвое составляло в среднем 79 %, а в побегах — 71 %; α -пинена в хвое было в 2,6—4,1 раза больше, а Δ^3 -карена и β -пинена — соответственно в 1,3—2,0 и 1,5—3,4 раза меньше, чем в однолетних побегах. В минимальном количестве (от следов до 5 %) как в хвое, так и в побегах присутствовали сабинен, β -фелландрен, γ -терпинен, терпинолен. Наблюдается довольно большое различие между содержанием камфена, мирцена и дипентена в хвое и побегах. В хвое находилось в среднем в 6,6 раза больше камфена, а в побегах — соответственно в 4,5 и 6,9 раза больше мирцена и дипентена. По-видимому, это связано с еще незавершенными процессами новообразования тканей и смолоносных вместилищ в молодых побегах. Известно, что по мере старения тканей снижается количество аци- и моноциклических углеводородов (мирцена, β -фелландрена, Δ^3 -карена, дипентена) и увеличивается биосинтез α -, β -пинена и камфена. Это в конечном итоге приводит к приблизительно идентичному накоплению их в хвое и побегах, характерному для каждого вида [3, 8].

Различия по содержанию основных компонентов монотерпенов (α - и β -пиненов, Δ^3 -карена) в хвое разных экотипов сосны колеблются в пределах 7,2... 8,5 %. В побегах наблюдается увеличение вариабельности количества β -пинена и Δ^3 -карена соответственно до 11,4 и 16,9 %.

Наиболее высокое содержание α - и β -пиненов как в хвое, так и побегах характерно для крайних вариантов восточного и северо-

Таблица 2

Область (географическое происхождение варианта)	Содержание монотерпенов										α -Пинен Δ^3 -Карен
	α -Пинен	Кам- фен	β -Пинен	Δ^3 -Карен	Сабинен	Мирцен	Дипентен	β -Феллан- дрен	γ -Терпинен	Терпинолен	
Львовская (местная)	47,5 11,6	9,3 1,7	14,8 18,2	19,2 39,0	0,6 2,8	2,5 10,9	1,2 8,5	1,8 2,4	0,5 +	2,6 4,3	2,47 0,30
Восточное направление											
Киевская	49,1 12,2	11,0 1,1	12,8 22,3	18,3 36,2	0,6 2,2	2,6 10,0	2,1 9,7	0,5 1,7	+	3,0 4,6	2,68 0,34
Воронежская	47,6 16,1	8,1 1,5	12,4 28,9	14,8 25,4	1,0 2,2	6,5 11,5	1,6 9,6	2,5 1,5	+	5,4 2,3	3,22 0,50
Саратовская	52,5 17,0	9,4 1,3	15,1 28,4	13,9 23,4	0,5 0,7	4,5 15,0	1,8 8,5	1,1 1,8	+	1,2 3,4	3,78 0,76
Оренбургская	52,6 17,1	9,1 0,9	17,7 27,5	12,6 23,8	0,2 0,5	3,2 18,2	1,4 11,7	0,7 0,2	0,1 +	2,7 3,1	4,17 0,72
Кустанайская	46,5 18,0	8,7 1,2	15,9 29,5	17,4 24,3	0,8 1,9	3,0 12,9	1,5 9,1	2,3 0,9	0,2 +	3,7 2,2	2,67 0,81
Северо-восточное направление											
Гомельская	50,9 17,3	8,6 2,1	10,3 24,2	19,8 30,1	0,6 0,8	3,7 12,8	0,9 8,7	1,8 0,6	0,5 0,5	2,9 2,9	2,62 0,54
Московская	53,9 17,4	6,4 2,1	9,2 22,6	15,1 25,5	0,5 2,0	9,0 13,2	1,8 12,0	1,3 1,5	0,2 +	2,6 2,7	3,59 0,68
Кировская	55,0 14,0	7,5 1,9	10,4 30,2	15,8 26,5	0,8 3,4	4,4 9,9	2,1 10,1	1,6 0,5	0,2 +	2,2 3,0	3,48 0,46

Примечание. В числителе содержание монотерпенов в хвое, в знаменателе — в побегах; «+» — следы вещества.

восточного направлений, а минимальное — для львовского. Однако в органах последнего и близких к нему инорайонных вариантов наблюдается повышенный синтез Δ^3 -карена.

С продвижением районов произрастания экотипов сосны на восток изменения в содержании Δ^3 -карена в хвое и побегах имеют обратную зависимость по сравнению с накоплением α - и β -пиненов. Исключением является кустанайская сосна, в хвое которой наблюдалось повышенное содержание Δ^3 -карена и уменьшение α -пинена.

По-видимому, это является иммунологической реакцией выживших экземпляров кустанайского экотипа (сохранность его в условиях Львовского Ростоуя составляет всего 16 %) против поражения шютте

обыкновенным, которое в регионе исследований наиболее сильно повреждает восточные варианты сосны.

Таким образом, одинаковый качественный состав монотерпеновых углеводов в хвое и побегах подтверждает систематическую близость различных географических вариантов сосны. Специфическое для каждого экотипа количественное содержание отдельных монотерпенов указывает на внутреннюю дифференциацию вида, обусловленную его эволюционным развитием. Чем восточнее район происхождения семян, тем меньше содержится Δ^3 -карена и больше α - и β -пиненов в хвое и побегах климатипов сосны, что отрицательно сказывается на устойчивости против энтомофитовредителей и фитозаболеваний, на интенсивности роста. Соотношение α -пинен/ Δ^3 -карен наиболее четко отражает взаимосвязь с энергией роста климатипов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Изучение монотерпеноидов эфирных масел некоторых видов сосен как признака в хемосистематике / А. И. Чернодубов, Р. И. Дерюжкин, Р. Д. Колесникова, Ю. Э. Палеж // Лесн. журн.—1980.—№ 4.—С. 84—86.—(Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Полтавченко Ю. А., Рудаков Г. А. Эволюция биосинтеза монотерпенов в семействе сосновых // Растит. ресурсы.—1973.—Т. 9, вып. 4.—С. 481—493. [3]. Самсонова А. Е., Исаков Ю. Н., Белякова Е. Ю. Использование биохимических признаков при оценке типов роста сосны обыкновенной // Проблемы физиологии и биохимии древесных растений.—Красноярск, 1982.—Ч. 1.—С. 59. [4]. Чудный А. В. Изменчивость состава терпеновых масел сосны обыкновенной // Растит. ресурсы.—1977.—Т. 13, вып. 2.—С. 291—304. [5]. Чуркин С. П. Изучение состава эфирного масла сосны обыкновенной // Экстрактивные вещества древесных пород Средней Сибири.—Красноярск, 1977.—С. 42—47. [6]. Analysis of monoterpene variation in natural stands and plustrees of *Pinus sylvestris* in Finland / Outi Muona, Raimo Hiltunen, D. W. Shaw, Erkki Morén // Silva fenn.—1986.—20, N 1.—P. 1—8. [7]. Rudloff E., Granat M. Seasonal variation of the terpenes of the leaves, buds and twigs of balsam fir (*Abies balsamea*) // Can. J. Bot.—1982.—60, N 12.—P. 2682—2685. [8]. Schaefer P. R., Hanover J. W. Taxonomic implications of monoterpene compounds of blue and Engelmann 1986 spruces // Forest Sc.—1986.—Vol. 32, 323, N 3.—P. 725—734. [9]. Zavarin E. Variation of the *Pinus ponderosa* needle oil with season and needle age // Phytochemistry.—1971.—10, N 12.—P. 1307—1314.

Поступила 26 июля 1988 г.

УДК 541.183 : 628.51

ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ АДсорбЦИИ ЛЕтУЧИХ КОМПОНЕНТОВ ПОЛИЭФИРНОГО ЛАКА ГЛИНИСТЫМИ СОРБЕНТАМИ

Л. И. БЕЛЬЧИНСКАЯ, Л. В. КРАСНОБОЯРОВА, В. Т. МЕЗЕНЦЕВА

Воронежский лесотехнический институт

В производственных помещениях мебельных предприятий, использующих для декоративной и защитной отделки полиэфирные лаки, воздух загрязняется содержащимися в них растворителями (см. табл.).

Характеристика летучих компонентов полиэфирного лака

Летучий компонент полиэфирного лака	Молекулярная масса	Содержание летучих компонентов, %	Дипольный момент μ , эд · 10 ⁻³⁰ , Кл · м
Ацетон	58	4	8,35
Бутилацетат	116,0	6	6,35
Стирол	104,0	4	2,00

В данной работе обсуждена возможность преимущественной адсорбции минеральными сорбентами летучих компонентов полиэфирного лака в процессе его отверждения. В качестве сорбентов использовали глинистые минералы: монтмориллонит (со слоистой структурой), палыгорскит (со слоисто-ленточной структурой) и клиноптилолит (с каркасной структурой). Структурные различия сорбентов отражаются на механизме адсорбции органических соединений [4]. Данные о влиянии свойств сорбентов на процесс адсорбции приведены в работе [2].

Нами изучена избирательная адсорбция органических летучих компонентов лака с точки зрения свойств адсорбатов. Рассмотрено влияние следующих факторов: 1) размеров и структуры молекул адсорбата; 2) величин их дипольных моментов.

Для нахождения суммарного количества адсорбированных в лаке ПЭ-265 летучих компонентов определили сухой остаток лака [5]: 92 % — без добавления глинистого сорбента; 95,3; 97,5 и 98,3 % — при введении в лак соответственно монтмориллонита, клиноптилолита и палыгорскита (1 % сорбента от массы лака). Как видно из приведенных данных, наиболее эффективный сорбент — палыгорскит. Эти данные не дают представления о скорости адсорбции каждого из растворителей. Долю индивидуального летучего компонента лака η в привесе сухого остатка определяли с помощью кинетических кривых ($\eta - t$), полученных весовым методом:

$$\eta = \frac{m_1}{m_2} 100 \%,$$

где m_1 — масса адсорбированного газа;
 m_2 — масса сорбента.

В эксикатор, насыщенный одним из летучих растворителей, на определенное время (от 0,25 до 2 ч) помещали бюкс с предварительно взвешенным и термообработанным [1] глинистым минералом. Бюксы с насыщенным сорбентом взвешивали и рассчитывали величину η .

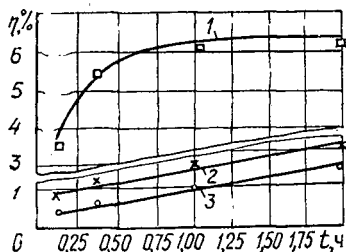


Рис. 1. Зависимость количества адсорбированного компонента лака η от времени насыщения t палыгорскита ацетоном (1), бутилацетатом (2), стиролом (3)

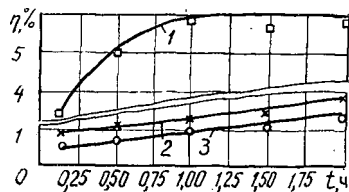


Рис. 2. Зависимость количества адсорбированного компонента лака от времени насыщения клиноптилолита ацетоном (1), бутилацетатом (2), стиролом (3)

В результате исследований найдено, что скорость адсорбции увеличивается в ряду стирол — бутилацетат — ацетон (рис. 1—3): для ацетона найденные значения в 3—4 раза выше в сравнении с бутилацетатом, а для бутилацетата — в 5—10 раз больше по сравнению со стиролом (данные приведены для $t = 0,25$ ч) (рис. 1—3). Известно, что энергия неспецифического взаимодействия [6] зависит от размера и структуры молекул адсорбата [3]. Молекула ацетона, благодаря небольшим размерам, может проникать даже в микропоры молекулярных размеров с повышенным адсорбционным потенциалом. Более крупные молекулы бутилацетата и стирола должны адсорбироваться хуже,

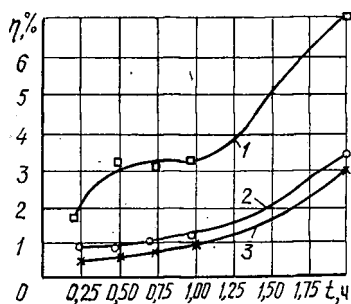


Рис. 3. Зависимость количества адсорбированного компонента лака от времени насыщения монтмориллонита ацетоном (1), стиролом (2), бутилацетатом (3)

так как для них в большей степени проявляется стереоэффект. Полученные данные (рис. 1—3) подтверждают предположение о преимущественной адсорбции ацетона поверхностью сорбентов.

Приведенные величины дипольных моментов связи [7] для молекул растворителей полиэфирного лака (см. табл.) свидетельствуют о возможности образования водородной связи между молекулами сорбата и гидроксильными группами сорбентов. Эта возможность увеличивается в ряду стирол — бутилацетат — ацетон, так как для более полярной связи в молекуле ацетона облегчается π -электронное взаимодействие с гидроксильными группами поверхности минералов.

Итак, исследуемые глинистые минералы в процессе отверждения полиэфирного лака преимущественно адсорбируют ацетон, имеющий небольшие размеры молекул и наибольший дипольный момент связи в сравнении с бутилацетатом и стиролом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бельчинская Л. И. Использование глинистых минералов с клиноптилолитной составляющей для очистки газовых выбросов мебельного комбината от толуола // Лесн. журн.— 1985.— № 2.— С. 82—85.— (Изв. высш. учеб. заведений).
- [2]. Бельчинская Л. И. и др. Сравнительная характеристика адсорбентов для улавливания летучих органических загрязнителей мебельных предприятий / Бельчинская Л. И., Бондаренко С. В., Краснобаярова Л. В. и др.; Отд-ние НИИТЭХИМ.— Черкассы, 1985.— 10 с.— Деп. в ВИНИТИ 05.08.85, № 804.
- [3]. Бондаренко С. В., Вдовенко Н. В., Тарасевич Ю. И. Разделение углеводородов парафинового ряда природным палыгорскитом // Укр. хим. журн.— 1973.— № 5.— С. 444—447.
- [4]. Глины, их минералогия, свойства и практическое значение.— М.: Наука, 1970.— С. 123.
- [5]. ГОСТ 17537—72. Материалы лакокрасочные. Методы определения массовой доли летучих и нелетучих.
- [6]. Грег С, Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость.— М.: Мир, 1984.— С. 23.
- [7]. Минкин В. И., Осипов О. А., Жданов Ю. А. Дипольные моменты в органической химии.— Л.: Химия, 1968.— С. 79.

Поступила 26 сентября 1988 г.

УДК 677.21.023.758.04

МОДИФИКАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ В КЛЕЯЩИХ КОМПОЗИЦИЯХ ВЗАМЕН КРАХМАЛА

Л. И. ГАНЗЮК, Н. А. БУСОВА, П. П. ПРОХ, Е. М. ЕВЛАНОВА

Хмельницкий технологический институт, Житомирский льнокомбинат
Тернопольский хлопчатобумажный комбинат

В настоящее время в различных отраслях народного хозяйства для технических потребностей применяют материалы, получаемые из пищевого сырья. Так, например, только в текстильной промышленности

в технологии упрочнения пряж в ткачестве ежегодно потребляют 55...60 тыс. т картофельного, кукурузного крахмала и муки [9]. Необходимо разработать новые технологии, исключающие применение пищевых продуктов для технических нужд.

В отечественной и зарубежной литературе имеется большое число работ, в которых в качестве клеевых компонентов взамен крахмала применяют различные композиции синтетических материалов. Однако многие из этих препаратов дефицитны, дорогостоящи, что ограничивает их применение в текстильной и ряде других отраслей народного хозяйства.

Анализ литературных данных [7, 8] и проведенные нами исследования [1, 2, 4, 10] позволяют сделать вывод о том, что технологически и экономически эффективными заменителями крахмалов, а также синтетических гомо- и сополимеров, применяемых в технологии шлихтования пряж и для других технических нужд, являются лигносульфонаты (ЛСТ). В процессе производства целлюлозы сульфитным способом на ЦБК образуется ежегодно около 3,6 млн. т лигносульфонатов в виде сульфитных щелоков. ЛСТ в количестве 275 тыс. т сжигают и около 1,8 млн. т сбрасывают в водоемы, загрязняя их и отравляя окружающую среду. Применение ЛСТ в качестве клеевых композиций для проклеивания целлюлозосодержащих волокнистых материалов позволяет расширить их использование до 250...300 тыс. т ежегодно и высвободить при этом 55...60 тыс. т крахмалов для употребления в текстильной промышленности.

Исследование коллоидно-химических, а также физико-химических свойств водных растворов ЛСТ позволило установить, что они обладают хорошими клеевыми свойствами и пленкообразующей способностью, легко проникают в пористую волокнистую структуру целлюлозных и ряда других (полиэфирных, полиамидных, полиуретановых) волокнистых материалов. В процессе растворения образуют термодинамически и кинетически устойчивые системы, обладающие гидрофильными свойствами, имеют хорошую адгезионную и смачивающую способность к пряжам из целлюлозных волокон, а также к другим материалам, макросоставляющей которых является целлюлоза, и в частности к древесным и картонным материалам [6]. Это позволяет эффективно применять ЛСТ в качестве клеевых материалов в текстильной, строительной и ряде других отраслей народного хозяйства.

Однако широкое применение ЛСТ в различных отраслях народного хозяйства, и в частности в текстильной, сдерживается из-за того, что эти соединения не лишены технологических и эксплуатационных недостатков; кроме того, в недостаточной степени изучены их санитарно-токсикологические и санитарно-гигиенические характеристики.

По химическому строению макромолекулы ЛСТ состоят из фенилпропановых элементарных звеньев, которые содержат полярные сульфоновые группы, способные к диссоциации. По строению формы макромолекулы ЛСТ представляют собой нелинейные полимеры, макромолекулы которых имеют трехмерную, сплетенную в сетку структуру.

Наличие в макромолекулах ЛСТ фенильных циклов, а также пространственных сеток обуславливает жесткость их макромолекулярных цепей. Это приводит к тому, что пленки, образующиеся в процессе проклеивания пряж и других волокнистых материалов на их поверхности, обладают невысокой эластичностью и прочностью. В процессе диссоциации ЛСТ в систему генерируются ионы водорода, что придает растворам ЛСТ кислые свойства. Кислая среда в процессах проклеивания материалов, макросоставляющие которых представляют молекулы целлюлозы, может приводить к гидролитической деструкции этих макромолекул, что, как правило, снижает высокоэластические свойства

материалов и ухудшает весь комплекс их физико-механических характеристик.

К недостаткам следует отнести также то, что ЛСТ имеют довольно широкое массово-молекулярное распределение (1 500—200 000) с преобладанием низкомолекулярной фракции.

На большинстве ЦБК ЛСТ получают в виде водных растворов с массовым содержанием 50 % основного вещества, что обуславливает трудности их транспортировки, выгрузки и хранения в зимнее время. Транспортную задачу, задачу выгрузки и хранения можно решить путем получения гранулированных, а также порошкообразных ЛСТ.

Особый интерес, по нашему мнению, для удовлетворения потребностей ряда отраслей народного хозяйства, и в частности текстильной, представляет получение порошкообразных и гранулированных ЛСТ, наполненных и стабилизированных амидами, аминами, солями металлов, а также полимерами и их эмульсиями на основе винильных мономеров, и в частности ПВС, ПАА, ПАН, ПВА, акриловыми кислотами и их эфирами. Получение таких препаратов позволяет создать многокомпонентные системы на основе ЛСТ с заданными свойствами, а также решить вопросы транспортной задачи и хранения.

Из-за большого числа реакционноспособных функциональных групп ЛСТ способны к многочисленным химическим превращениям: легко нитруются, способны окисляться, а также образовывать привитые сополимеры, и в частности с виниловыми мономерами, что позволяет получать модифицированные лигносульфонаты.

В отличие от исходных ЛСТ модифицированные имеют более высокие молекулярные массы, при этом снижается содержание низкомолекулярной фракции, а также полярность этих соединений. Это позволяет улучшить коллоидно-химические, физико-механические свойства ЛСТ и полностью или частично устранить отмеченные выше недостатки, которые ограничивают применение их в качестве клеящих материалов и для ряда других целей.

Нами изучена модификация лигносульфонатов амидами [6], аминами [3], некоторыми солями металлов, содержащих d -валентные электроны, и в частности Zn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{3+} , а также винильными мономерами [5].

В процессе модификации ЛСТ амидами, бифункциональными аминами происходит взаимодействие их функциональных групп ($-OH$, $-SO_3^- -CHO$) и $-NH_2$ модификатора. Модифицированные лигносульфонаты содержат карбаматные $-O-CO-NH_2$, карбамидные $-HNCONH-$ группировки, по строению близкие к уретановым, что существенным образом повышает их высокоэластические свойства и клеящую способность по отношению к целлюлозосодержащим текстильным и другим материалам.

В процессе модификации ЛСТ виниловыми мономерами образуются их привитые сополимеры. Прививка к макромолекулам лигносульфонатов винильных макромолекул позволяет повысить высокоэластические свойства, износостойкость и устойчивость к трению материалов, получаемых на основе этих высокомолекулярных соединений.

Процесс химической модификации ЛСТ солями переходных металлов протекает путем взаимодействия $-SO_3^-$ групп лигносульфоната и катиона переходного металла. В процессе модификации ЛСТ солями металлов в зависимости от химической природы модификатора, условий осуществления процесса возможно образование как линейных, так и пространственных полимеров, частота пространственной сетки которых зависит от концентрации модификатора в реакционной среде. Свойства этих полимеров обусловлены природой металла, входящего в макромолекулу, и частотой пространственной сетки.

В таблице приведены данные о составах на основе лигносульфонатов (модифицированных амидами, аминами, виниловыми мономерами, а также солями переходных металлов), применяемых для проклеивания целлюлозосодержащих текстильных материалов.

Рецепты композиций для проклеивания целлюлозных текстильных материалов

Компоненты композиций	Массовое содержание компонентов, %, для разных рецептов			
	1	2	3	4
Клеящие компоненты:				
крахмал (кукурузный, картофельный или тапиок)	1,0...2,0	1,2...2,0	—	—
ЛСТ в пересчете на 100 %-й	12...15	12...15	15...25	12...15
Модификатор:				
карбамид	1,3...1,6	0,06...0,08	1,4...1,7	0,06...0,08
полиэтиленполиамин	—	0,10...0,15	0,10...0,15	—
виниловые мономеры (акриламид, акриловые кислоты)	—	—	—	1,0...1,5
соли металлов (Fe, Co, Ni, Cr, Al)	0,03...0,05	0,03...0,05	0,03...0,05	0,03...0,05
Инициатор:				
перекись водорода или персульфаты металлов	—	—	—	0,010...0,015
Пеногаситель:				
скипидар или пронал SE-56	0,04...0,05	0,04...0,05	0,04...0,05	0,04...0,05
Пластификатор:				
глицерин или мягкий парафин	0,10...0,15	0,10...0,15	0,10...0,15	0,10...0,15

Примечание. Для всех рецептов, приведенных в таблице, прибавляли воду до массового содержания 100 %.

Для упрочнения пряж из целлюлозосодержащих волокон и других материалов готовят клеящие композиции следующим образом. В реактор вводят 2/3 необходимого объема воды, засыпают крахмал, перемешивают до образования эмульсии и осуществляют его клейстеризацию, а затем вводят ЛСТ, модификатор, катализатор, выдерживают смесь при 80...85 °С в течение 15...20 мин. При необходимости осуществляют нейтрализацию композиции до рН 7,2—7,5.

ЛСТ и другие компоненты хорошо смешиваются и растворяются в воде при 65...70 °С. Клеящие композиции на основе ЛСТ, модифицированного азотсодержащими соединениями, виниловыми мономерами, солями переходных металлов, устойчивы в процессе работы и при хранении, имеют хорошую смачивающую и адгезионную способность к целлюлозосодержащим волокнам и другим материалам, содержащим целлюлозу.

Целлюлозосодержащие пряжи, проклеенные модифицированными ЛСТ, характеризуются высокими физико-механическими показателями, что позволяет снизить обрывность в ткачестве на 10...25 % и повысить производительность ткацкого оборудования на 2...3 % в сравнении с крахмальными композициями.

Совместно с ВНИИГИНТОКСом нами изучены санитарно-гигиенические свойства ЛСТ [6], в результате чего выявлены их нетоксичность и, следовательно, возможность применения основы в качестве клеящих материалов в технологии упрочнения нитей, а также для других целлюлозосодержащих материалов, в частности из древесины, картона, бумаги.

Клеящие композиции из ЛСТ опробованы в производственных условиях на Тернопольском и Донецком хлопчатобумажных комбинатах и внедрены на Житомирском льнокомбинате и Тираспольском производственном хлопчатобумажном объединении, готовятся к внедрению, согласно Постановлению Совета Министров УССР, на других комбинатах текстильной отрасли; от внедрения получен технико-экономический эффект, составляющий 0,5 тыс. р. в год от выработки 1 млн. пог. м ткани.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1151621 СССР, МКИ³ D 06 M 15/11. Способ приготовления шлихты для целлюлозосодержащих основ / Л. И. Ганзюк, Н. В. Папенчук (СССР).— № 3596474/28-05; Заявлено 06.04.83. Бюл. № 15 // Открытия. Изобретения.— 1985.— № 15.— С. 84. [2]. А. с. 1213099 СССР МКИ³ D 06 M 15/11. Способ приготовления шлихты для пряж из целлюлозных волокон / Л. И. Ганзюк, Н. К. Стацек, О. Ф. Яркова, А. С. Конодюк (СССР).— № 3759075/28-05; Заявлено 29.04.86. Бюл. № 7 // Открытия. Изобретения.— 1986.— № 7.— С. 151. [3]. Ганзюк Л. И. Шлихта на основе модифицированных лигносульфонатов // Информ. листок / Хмельницкий ЦНТИ.— 1986.— № 35—86. [4]. Ганзюк Л. И., Бусова Н. А., Конодюк А. С. Использование лигносульфонатов для шлихтования основ из целлюлозных волокон // Текстильная промышленность: Экспресс-информ. / Отечественный производственный опыт: ЦНИИТЭИлегпром.— 1987.— № 2.— С. 1—19. [5]. Ганзюк Л. И., Сторож Г. Ф., Бусова Н. А. Ткачество целлюлозосодержащей пряжи, ошлихтованной лигносульфонатакриламидной шлихтой // Технология текстильной промышленности.— 1986.— № 3.— С. 61—63.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Исследования процесса шлихтования и качества целлюлозной пряжи, ошлихтованной лигносульфонаткрахмальной шлихтой / Л. И. Ганзюк, О. Ф. Яркова, А. С. Конодюк, Н. К. Стацек // Технология текстильной промышленности.— 1986.— № 1.— С. 55—57.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Потягалов А. Ф. Шлихтование основ.— М.: Легкая индустрия, 1965.— С. 61—64. [8]. Сапотницкий С. А. Использование сульфитных шелоков.— М.: Лесн. пром-сть, 1981. [9]. Широков В. П. Химические заменители крахмалопроductов // Текстильн. пром-сть.— 1983.— № 1.— С. 14—15. [10]. Шлихты на основе лигносульфонатов для хлопчатобумажной пряжи / Л. И. Ганзюк, Н. А. Бусова, Н. А. Самсоненко и др. // Текстильная промышленность.— 1987.— № 3.— С. 29—30.

Поступила 15 июля 1988 г.

УДК 676.481

ВЛИЯНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СУБСТРАТА С ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БУМАГИ — ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОГРАФИЧЕСКОЙ БУМАГИ

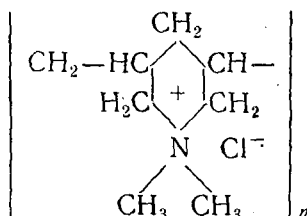
Б. П. ЕРЬХОВ, М. Г. КРЫМЕР, А. С. ГОЛОВКОВ,
А. В. МОРЕВ, М. А. ПИЛИЯ

Ленинградская лесотехническая академия

При изготовлении электропроводной бумаги — основы электрографической бумаги — целлюлозный субстрат обрабатывают органическими полиэлектролитами, принадлежащими к группе четвертичных аммониевых соединений.

В СССР из электропроводящих полимерных веществ этого класса в промышленных масштабах выпускают полидиаллилдиметиламмоний хлорид и поли N, N-диметил-3,5 метилениперицидин хлорид марки ВПК-402.

В ходе проводившихся исследований использовали полиэлектролит ВПК-402, представляющий собой высокомолекулярное полимерное соединение линейно-циклической структуры, содержащее четвертичные аммониевые группы. Структурная формула элементарной ячейки полиэлектролита имеет вид:

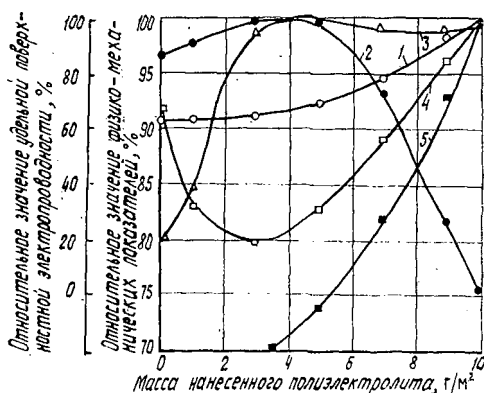


Водные растворы полиэлектrolита наносили на следующие целлюлозные субстраты: 1) массой 75 ± 3 г/м² при степени помола 25 °ШР, непроклеенные; 2) массой $16 \pm 0,5$ г/м² при степени помола 90 °ШР, непроклеенные; 3) массой 75 ± 3 г/м² при степени помола 40 °ШР, проклеенные канифольным клеем (1,5 % к массе волокна, степень проклейки 1,8 мм) с композиционным составом из 70 % бленен хвойной сульфитной и 30 % бленен хвойной сульфатной целлюлозы.

Растворы полиэлектrolита наносили при помощи лабораторной поливочной установки с купающимся валиком, покрытия сушили при температуре $105 \pm 0,5$ °С. Массу покрытия варьировали путем изменения концентрации раствора полиэлектrolита.

Из анализа физико-механических характеристик материала такого типа следует, что он включает три основных структурных элемента: собственно целлюлозный субстрат, покрытие из полиэлектrolита и промежуточный слой, образованный в результате миграции полиэлектrolита в субстрат.

Рис. 1. Влияние массы полиэлектrolита, нанесенного на непроклеенный целлюлозный субстрат массой 75 ± 3 г/м², на физико-механические и электропроводные свойства бумаги-основы: 1 — толщина (максимальное значение 190 мкм); 2 — разрывная длина (максимальное значение 2530 м); 3 — динамический модуль сдвига (максимальное значение 420 МПа); 4 — сопротивление излому (максимальное значение 90 дв. п); 5 — удельная поверхностная электропроводность (максимальное значение $1,7 \cdot 10^{-9}$ См)



При нанесении полиэлектrolита до 5...6 г/м² на непроклеенный целлюлозный субстрат массой 75 ± 3 г/м² с низкой степенью помола (25 °ШР) толщина бумаги-основы изменяется незначительно, что указывает на преимущественную миграцию полиэлектrolита вглубь субстрата (рис. 1, кривая 1). Дальнейшее возрастание массы наносимого полиэлектrolита приводит к резкому увеличению толщины бумаги-основы, что свидетельствует о насыщении субстрата полиэлектrolитом.

Прочность материала на разрыв увеличивается при нанесении полиэлектrolита до 5 г/м² и снижается с дальнейшим возрастанием его массы (рис. 1, кривая 2). Такую зависимость разрывной длины от массы наносимого полиэлектrolита можно объяснить, вероятно, тем, что поскольку волокна целлюлозы при низкой степени помола сохраняют свою исходную морфологию и в незначительной мере укорочены, то небольшие количества полиэлектrolита способны защитить связи между макромолекулами целлюлозы от разрушения при разрыве. Дальнейшее увеличение количества полиэлектrolита в целлюлозном субстрате ослабляет эти связи, что приводит к уменьшению разрывной длины бумаги-основы.

Динамический модуль сдвига изменяется симбатно разрывной длине до массы нанесенного полиэлектrolита 8 г/м², а затем стабилизируется (рис. 1, кривая 3).

Небольшие количества полиэлектrolита (до 5 г/м²), находящиеся, в основном, в промежуточном слое, повышают жесткость материала, что отражается на показателе динамического модуля сдвига, и мы наблюдаем его увеличение. При нанесении полиэлектrolита от 5 до 8 г/м² структура целлюлозного субстрата разрыхляется, уменьшается его жесткость и, следовательно, динамический модуль сдвига, а стаби-

лизация его значения свидетельствует об обогащении полиэлектrolитом поверхностного слоя целлюлозного субстрата.

Сопротивление излому уменьшается и имеет минимальное значение при массе полиэлектrolита $2 \dots 4 \text{ г/м}^2$, а затем увеличивается (рис. 1, кривая 4).

Анализ полученных результатов показывает, что рассматриваемый целлюлозный субстрат способен впитывать значительное количество полиэлектrolита (свыше 10 г/м^2) без образования поверхностной полиэлектrolитной пленки. Об этом свидетельствует значительно большее нарастание толщины бумаги-основы, чем при формировании поверхностного покрытия. Промежуточный слой настолько обогащается полиэлектrolитом, что начинает оказывать на определяемые механические характеристики влияние, подобное поверхностной полиэлектrolитной пленке.

При снижении массы целлюлозного субстрата и повышении плотности упаковки его структурных элементов, за счет уменьшения геометрических размеров волокна и улучшения его разработанности с увеличением степени помола, сопротивление диффузии молекул полиэлектrolита во внутренние области субстрата возрастает. При миграции в такую тонкую капиллярно-пористую структуру материала полиэлектrolита и сорбции его на поверхности волокон он взаимодействует с внутренней поверхностью тонких капилляров и пор, оказывая на них стягивающее воздействие, что обуславливает уменьшение толщины материала (рис. 2, кривая 1).

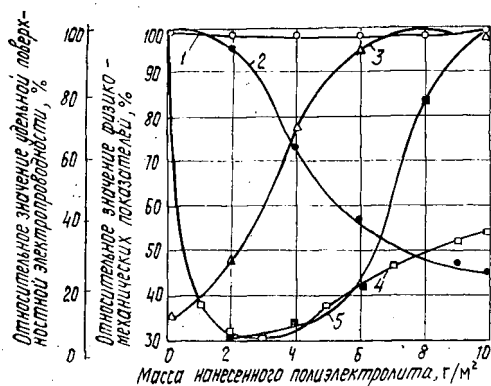


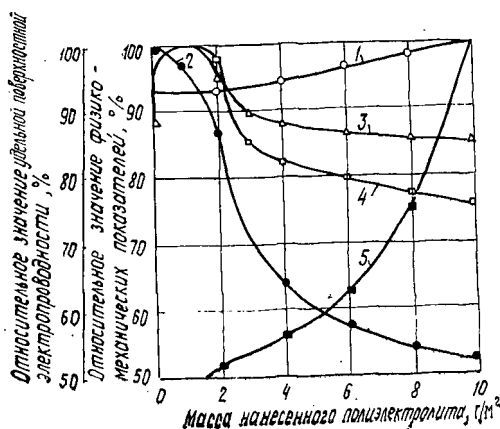
Рис. 2. Влияние массы полиэлектrolита, нанесенного на непроклеенный целлюлозный субстрат массой $16 \pm 0,5 \text{ г/м}^2$ на физико-механические и электропроводные свойства бумаги-основы: 1 — толщина (максимальное значение 32 мкм); 2 — разрывная длина (максимальное значение 3600 м); 3 — динамический модуль сдвига (максимальное значение 400 МПа); 4 — сопротивление излому (максимальное значение 60 дв. п.); 5 — удельная поверхностная электропроводность (максимальное значение $8 \cdot 10^{-8} \text{ См}$)

Разрывная длина уменьшается с увеличением массы наносимого полиэлектrolита, что свидетельствует о нарушении полиэлектrolитом связей между структурными элементами целлюлозного субстрата (рис. 2, кривая 2). Сопротивление излому снижается, и при массе полиэлектrolита $2 \dots 4 \text{ г/м}^2$ достигает минимального значения (рис. 2, кривая 4). Очевидно, стягивание полиэлектrolитом структуры целлюлозного субстрата при его малых количествах увеличивает жесткость и уменьшает гибкость материала. Этим обусловлен также рост динамического модуля сдвига в обратной зависимости по отношению к изменению разрывной длины (рис. 2, кривая 3).

Из анализа полученных данных следует, что образование пленки полиэлектrolита на поверхности такого субстрата начинается уже с массы полиэлектrolита $2 \dots 3 \text{ г/м}^2$.

При нанесении полиэлектrolита на проклеенный канифольным клеем целлюлозный субстрат массой $75 \pm 3 \text{ г/м}^2$ образование поверхностной пленки также начинается при массе покрытия $2 \dots 3 \text{ г/м}^2$, о чем сви-

Рис. 3. Влияние массы поли-
электролита, нанесенного на
проклеенный канифольным кле-
ем целлюлозный субстрат мас-
сой 75 ± 3 г/м², на физико-ме-
ханические и электропроводные
свойства бумаги-основы:
1 — толщина (максимальное
значение 120 мкм); 2 — раз-
рывная длина (максимальное
значение 6 400 м); 3 — дина-
мический модуль сдвига (макси-
мальное значение 1 100 МПа);
4 — сопротивление излому
(максимальное значение 130
дв. п.); 5 — удельная по-
верхностная электропровод-
ность (максимальное значение
 $8 \cdot 10^{-8}$ См)



детельствует характер изменения толщины бумаги-основы в зависи-
мости от массы нанесенного полиэлектролита (рис. 3, кривая 1).

Образование промежуточного слоя при массе полиэлектролита до
2 г/м² способствует увеличению жесткости бумаги-основы, что сопро-
вождается повышением динамического модуля сдвига по сравнению с
целлюлозным субстратом, обработанным чистой водой (рис. 3, кри-
вая 3). Одновременно повышается показатель сопротивления излому,
что указывает на резкое уменьшение впитывания проклеенным целлю-
лозным субстратом покровной композиции уже при незначительном
увеличении концентрации полиэлектролита в последней (рис. 3, кри-
вая 4).

Образование на поверхности субстрата полиэлектролитной плен-
ки приводит к уменьшению динамического модуля сдвига и сопротив-
ления излому, из чего следует, что данная пленка отличается меньшей
жесткостью и прочностью по сравнению с самим проклеенным целлю-
лозным субстратом. Такой вывод сочетается с наблюдаемым монотон-
ным падением показателей разрывной длины бумаги-основы при уве-
личении массы наносимого полиэлектролита (рис. 3, кривая 2).

Для бумаги-основы из непроклеенного целлюлозного субстрата с
низкой степенью помола характерно наличие заметной электропровод-
ности при массе нанесенного полиэлектролита свыше 4 г/м² (рис. 1,
кривая 5), а для бумаги из непроклеенного субстрата с высокой сте-
пенью помола (рис. 2, кривая 5) и проклеенного канифольным клеем
(рис. 3, кривая 5) — начиная с массы покрытия 2 г/м². При массе по-
крытия от 4 до 10 г/м² электропроводность бумаги-основы с использо-
ванием непроклеенного субстрата с низкой степенью помола более чем
на порядок ниже по сравнению с другими целлюлозными субстратами.

Из сказанного следует, что для достижения поверхностной электро-
проводности необходимо, чтобы покрытие из полиэлектролита фор-
мировалось на поверхности субстрата, а не проваливалось в него. При-
повышении миграции полиэлектролита вглубь субстрата удовлетвори-
тельные электропроводные свойства бумаги-основы могут достигаться
только в случае чрезмерного расхода полиэлектролита, что экономи-
чески нецелесообразно, так как полиэлектролит — наиболее дорого-
стоящий компонент электрографической бумаги.

Основная особенность структуры электропроводной бумаги-основы
рассматриваемого типа — наличие пограничного слоя, образованного
миграцией полиэлектролита в целлюлозный субстрат, величина кото-
рого меняется в широких пределах в зависимости от его свойств.

Электропроводные свойства бумаги-основы, определяющие ее рабо-
тоспособность в качестве элемента электрографического материала-

носителя информации, зависят от состояния соотношения масс данного пограничного слоя и формирующегося над ним поверхностного полиэлектrolитного покрытия.

Основная технологическая задача в создании электропроводной бумаги-основы с необходимыми эксплуатационными свойствами — поиск методов регулирования структуры изготавливаемой бумаги-основы для того, чтобы добиваться формирования поверхностного покрытия при минимальной толщине общей массы наносимого полиэлектrolита. Такие методы регулирования могут включать в себя как подбор соответствующей технологии изготовления целлюлозного субстрата, так и введение в состав покрытия из полиэлектrolита дополнительных компонентов, должным образом влияющих на его структуру.

Определение динамического модуля сдвига для сложных многослойных композиционных материалов рассматриваемого типа в сочетании с другими методами исследования функциональных свойств дает обширную информацию об их структуре.

Поступила 23 ноября 1987 г.

УДК 630*866.1

ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОТГОНКИ ПИХТОВОГО МАСЛА

Н. Л. ШИШКИН, Н. С. ЕРОШИН, Р. А. СТЕПЕНЬ

Красноярский политехнический институт
Институт леса и древесины СО АН СССР

Эфирное масло — сырье для химической, нефтехимической и других отраслей промышленности [3, 4]. Оно перспективно для производства лекарственных и физиологически активных веществ, отдушек и полимерных материалов высокого качества [5]. Широкая организация этих производств затруднена из-за постоянного дефицита эфирного масла. Возрастающий спрос на эфирное масло практически можно удовлетворить лишь за счет вырабатываемого в промышленных масштабах пихтового масла (эфирного масла древесной зелени пихты сибирской). Это свидетельствует о целесообразности выявления оптимальных условий выделения пихтового масла.

В настоящей статье обсуждены результаты исследования зависимости выхода пихтового масла от температуры процесса, объема флорентинной воды и продолжительности отгонки.

Древесную зелень отбирали на пробных площадях 90-летнего пихтарника кустарниково-разнотравного состава 6ПЗК1Е + ед. Б, произрастающего в условиях Красноярской лесостепи. Природно-климатические и лесотипологические характеристики региона описаны Т. Н. Буториной [2]. Отбор осуществляли в различное время года с учетом внутривидовой изменчивости. Для анализа использовали 4-летние охвоенные побеги с диаметром у основания 5...8 мм, срезанные с северной и южной сторон средней части крон деревьев. Эфирное масло отгоняли насыщенным водяным паром на крупнолабораторной (выполненной из металла) установке при температуре от 100 до 150 °С. При проведении опытов использовали усредненное сырье, для чего образец (4...5 кг) измельчали до размера частиц 0,5...1,0 см и разделяли на порции по 700 г. В каждой из серий опытов масло отгоняли при 100 °С, 110, 120, 130, 140 и 150 °С. Для изучения кинетики процесса отгонку осуществляли дробным путем.

Результаты экспериментов с образцами древесной зелени (влажность 46,2 %), взятыми в октябре, приведены в таблице. Наряду с прямыми показателями, характеризующими непосредственно кинетику выделения масла, использовали их нормированные значения, найденные по максимальной величине показателей в опытах. Их применение позволяет исключить влияние различной насыщенности терпенами расти-

Показатели отгонки эфирного масла из древесной зелени пихты

Номер фракции	Продолжительность опыта t , мин		Объем флорентинной воды V , мл		Выход масла B , мл	
	Абсолютное значение	Нормированное значение	Абсолютное значение	Нормированное значение	Абсолютное значение	Нормированное значение
Температура 100 °C						
1	5,3	3,2	112	4,4	1,00	15,0
2	11,4	6,9	272	10,7	1,80	27,1
3	21,2	12,8	462	18,2	2,55	38,3
4	32,7	19,6	602	23,7	3,05	45,8
5	51,5	31,9	834	32,8	3,90	58,7
6	63,7	38,2	1 134	44,6	4,55	68,4
7	87,7	52,6	1 478	58,1	5,35	80,5
8	120,7	72,5	1 852	72,8	6,05	90,9
9	166,7	100,0	2 542	100,0	6,65	100,0
Температура 110 °C						
1	2,7	1,9	46	1,6	0,95	12,6
2	8,2	5,9	146	5,1	1,97	26,2
3	24,3	17,5	280	10,0	2,82	37,5
4	34,3	24,8	448	15,7	3,77	50,0
5	44,3	32,0	656	22,9	4,49	59,6
6	59,3	42,8	981	34,2	5,39	71,4
7	79,3	57,2	1 419	49,6	6,19	82,2
8	113,1	81,4	2 095	73,0	7,04	93,4
9	138,6	100,0	2 865	100,0	7,54	100,0
Температура 120 °C						
1	2,0	2,0	40	2,2	0,97	11,6
2	4,5	4,4	90	5,1	2,04	24,4
3	8,8	8,7	162	9,1	2,89	34,6
4	13,6	13,5	222	12,4	3,64	43,7
5	22,0	21,7	295	16,5	4,54	54,6
6	32,3	32,0	415	23,3	5,34	63,9
7	40,8	40,5	580	32,5	6,09	73,8
8	55,3	54,9	797	44,6	6,94	83,3
9	74,0	73,5	1 135	63,5	7,64	91,5
10	100,8	100,0	1 785	100,0	8,34	100,0
Температура 130 °C						
1	1,8	2,4	40	2,2	1,12	15,1
2	4,5	5,9	90	5,0	2,31	30,2
3	8,7	11,4	180	10,0	3,31	45,2
4	12,9	17,0	304	16,9	4,25	58,3
5	18,8	24,7	468	26,0	5,10	69,8
6	29,5	38,8	728	40,4	6,00	82,2
7	45,8	60,3	1 128	62,7	6,80	93,1
8	76,1	100,0	1 798	100,0	7,30	100,0
Температура 140 °C						
1	1,5	1,1	22	1,2	1,20	18,3
2	3,9	2,9	50	2,8	2,25	34,3
3	8,7	6,5	105	5,9	3,40	51,8
4	14,0	10,5	168	9,5	4,20	63,9
5	24,4	18,3	286	16,1	5,22	79,4
6	47,6	35,5	519	29,1	6,02	91,8
7	77,6	58,2	852	47,9	6,37	96,9
8	133,6	100,0	1 777	100,0	6,57	100,0
Температура 150 °C						
1	2,3	2,9	56	3,1	0,70	17,3
2	5,4	7,1	126	7,0	1,80	44,6
3	8,6	11,2	199	11,0	2,45	60,6
4	16,9	22,1	374	20,8	3,05	75,4
5	29,9	39,2	718	39,8	3,55	87,6
6	76,5	100,0	1 798	100,0	4,05	100,0

тельного материала, что необходимо при сравнении результатов анализа отдельных серий опытов, а также при выявлении зависимости выхода эфирного масла от изучаемых факторов. Установлено, что различие между нормированными показателями на одинаковых стадиях отгонки составляет всего 0,4...1,5 % [6].

Подобные опыты проведены также с древесной зеленью, отобранной в другое время года. Значения абсолютных показателей в течение сезона подвержены существенному варьированию, нормированных — находятся в пределах ошибки эксперимента.

Характер выделения эфирного масла из древесной зелени при исследованных температурах одинаков. При малой продолжительности опыта и небольшом объеме флорентинной воды в начале процесса из растительного сырья отгоняется относительно много масла. Так, при конденсации 1 % флорентинной воды и при такой же продолжительности эксперимента выделяется до 25 % общего количества эфирного масла. Это указывает на необходимость тщательной герметизации аппаратуры в данный период. Напротив, на поздних стадиях отгонки доля выделяющихся терпенов значительно снижается. С последней третью флорентинной воды выделяется всего около 5 % масла.

Выход эфирного масла существенно зависит от температуры рабочего пара. Из данных таблицы видно, что количество отгоняемого при 120 °С масла в 1,3 и 2 раза больше, чем при 100 и 150 °С соответственно. Это указывает на необходимость исследований по оптимизации температуры выделения терпеновых соединений из изучаемого сырья.

Основная причина снижения выхода масла при проведении процесса ниже 120 °С заключается в неполной отгонке терпенов, частичной потере их кислородсодержащих и сесквитерпеновых компонентов. Увеличение в составе масла вклада этой фракции при повышении температуры пара подтверждает такое представление. Менее понятны причины снижения выхода терпенов при дальнейшем подъеме температуры процесса (выше 120 °С). Возможно, это обусловлено протеканием в них поликонденсационных превращений.

Математическая зависимость выхода масла y от температуры $t/10$, полученная методом наименьших квадратов, выражается параболой:

$$y = -0,054t^2 + 1,307t - 6,906. \quad (1)$$

Дифференцирование уравнения (1) показывает, что оптимум отгонки эфирного масла из древесной зелени пихты достигается при температуре 121 °С. В этих условиях выход терпенов должен быть максимальным, что подтверждается экспериментально.

Зависимость выхода эфирного масла от объема флорентинной воды $V/10$ и температуры пара можно представить в виде

$$y = \alpha (\lg V)^\beta, \quad (2)$$

где $\alpha = 0,007t - 0,58$;
 $\beta = 5,1 - 0,028t$.

При повышении температуры от 100 до 150 °С α возрастает от 0,15 до 0,50, а β убывает с 2,2 до 0,9.

Уравнение (2) дает возможность оценить содержание эфирного масла в отработанной древесной зелени, что имеет практическое значение, так как позволяет прекратить отгонку на заданной стадии. Наличие в кормах, на которые перерабатывают оставшееся сырье, определенного количества терпенов полезно для сельскохозяйственных животных. Благодаря биологически активным свойствам соединения этого класса снижают заболеваемость животных и заметно увеличивают привес [1]. Поэтому в рацион крупного рогатого скота и свиней вводят добавки, содержащие терпеновые продукты.

Выявленная зависимость позволяет также проводить ускоренное определение количественного содержания эфирного масла в анализируемом сырье. Это достигается за счет сокращения времени отгонки, ее прекращения на заданной стадии. Выход масла B_{max} из древесной зелени определяют по отношению выхода масла B_i в указанной точке к его доле y_i от общего количества

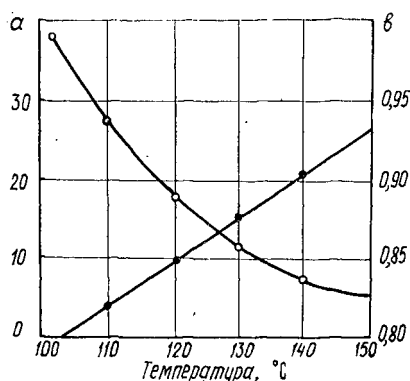
$$B_{max} = \frac{B_i}{y_i} = \frac{B_i}{a(\lg V_i)^b}. \quad (3)$$

Выход эфирного масла зависит от продолжительности отгонки τ : интенсивность выделения значительно убывает с увеличением продолжительности. Указанная зависимость выражается уравнением

$$y = \frac{\tau}{a + b\tau}. \quad (4)$$

Значения коэффициентов a и b в исследуемом интервале температур графически представлены на рисунке. Видно, что величина первого из них находится в прямой, а второго — в обратной зависимости от температуры процесса.

Значения коэффициентов в уравнении зависимости выхода эфирного масла от продолжительности опыта



Заметим, что для уравнений (2) и (4) оценивали значимость коэффициентов в предположении нормальной регрессии. Гипотеза H_0 о равенстве их нулю была отвергнута при уровне значимости 95 %.

Результаты исследований свидетельствуют, что максимальный выход эфирного масла достигается при проведении отгонки при 121 °C. Изучена кинетика выделения масла и выявлена зависимость его выхода от температуры, объема флорентинной воды и продолжительности отгонки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Андерсон П. П. Использование биологически активных продуктов из древесной зелени в животноводстве // Химия и химическая технология древесины.— Л.: ЛТА, 1985.— С. 40—43. [2]. Буторина Т. Н. Биоклиматическое районирование Красноярского края.— Новосибирск: Наука, 1979.— 231 с. [3]. Репях С. М., Ягодин В. И., Даугавиетис М. О. Состояние и перспективы использования древесной зелени в качестве органического сырья // Перспективы использования древесины в качестве органического сырья.— Рига: Зинатне, 1982.— С. 211—222. [4]. Современное состояние и пути развития лесохимических производств / А. Н. Кислицын, Е. Б. Смирнова, И. И. Сластников, Г. А. Узлов // Комплексное использование древесного сырья.— Рига: Зинатне, 1984.— С. 132—151. [5]. Старостина Е. Б., Сластников И. И. Перспективы производства и потребления скипидара в СССР // Гидролиз и лесохим. пром-сть.— 1980.— № 6.— С. 23—24. [6]. Степень Р. А., Ерошин Н. С. О выделении эфирного масла из древесной зелени пихты / Политех. ин-т.— Красноярск, 1984.— 8 с.— Деп. в ВНИПИЭИлеспром 12.05.84, № 1374.

Поступила 9 февраля 1989 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 674.003.13.(571.6)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЛИСТВЕННОЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

В. К. РЕЗАНОВ

Хабаровский политехнический институт

В Дальневосточном регионе основная масса лиственных лесов сосредоточена в Хабаровском крае и Амурской области. На их долю в Хабаровском крае приходится около 50 %, в Амурской области около 60 % покрытой лесом площади. Значительна доля лиственной заготовки — 49,5 %. Хабаровский край по объему заготавливаемой лиственной занимает одно из первых мест в стране. Из лиственного сырья здесь вырабатывают практически все сортименты; до 80 % идет на механическую переработку, 17 % — на химическую. Сортименты, предназначенные для использования в круглом виде, составляют менее 4 %, хотя данная область применения лиственной — одна из самых эффективных, учитывая специфичность ее древесины.

Наличие значительных ресурсов лиственной, ограниченность традиционных высококачественных видов сырья (в том числе запрещение рубок кедров) определяют необходимость дальнейшего увеличения объемов заготовки лиственной. Поэтому в перспективе, а в отдельных районах уже сейчас, деревообработка региона столкнется с проблемой использования все возрастающих объемов лиственного сырья в рамках основных производств. В настоящее время его доля в общем объеме перерабатываемого пиловочника и шпальника составляет соответственно 30 и 65 %. Применение лиственной в производстве фанеры и строганого шпона носит лишь экспериментальный характер. В то же время существующие производства часто простаивают из-за нехватки сырья.

Рассмотренные условия определяют настоятельную необходимость решения двух задач: оценки хозяйственных условий эффективной переработки лиственной и экономического обоснования основных направлений ее использования в регионе. Первая часть проблемы отражает тактику, вторая — стратегию освоения лиственного сырья, предполагая одновременно оценку и хозяйственной, и народнохозяйственной эффективности его переработки.

Эффективность использования лиственной оценивали на основе расчета и анализа традиционных показателей производства, включая показатели комплексного использования древесного сырья.

Использованы метод проектных макетов и экономико-математическое моделирование показателей на основе анализа фактических и нормативных данных по лесопилению, производству столярных изделий (дверных блоков), древесностружечных плит (ДСП), фанеры и строганого шпона.

Сравнительный анализ технико-экономических показателей производства при переработке традиционного (кедр, ель, ясень) и лиственного сырья по основным направлениям использования показал некоторое их ухудшение при использовании лиственной. Себестоимость

переработки 1 м³ сырья возрастает на 10...20 %, съем прибыли снижается на 20...30 %, несколько увеличивается фондоемкость переработки единицы сырья. Основными причинами снижения хозрасчетной эффективности является уменьшение производительности ведущего оборудования, увеличение норм расхода сырья и его стоимости, недостаточно высокий выход продукции высших сортов, рост трудоемкости.

В целом эффективность производства продукции из лиственницы пока несколько уступает показателям производства на базе традиционного сырья. Это связано не только со спецификой лиственничного сырья, но и с недостаточной отладкой технологии и организации его переработки.

При реализации народнохозяйственного подхода в оценке и выборе целесообразных направлений использования лиственницы учитывали два вида эффекта: возникающий на лесозаготовках и экологический. Первый связан с тем, что вовлечение лиственничных насаждений в хозяйственный оборот позволяет получить дополнительные объемы сырья без ввода новых производственных мощностей. С учетом удорожания себестоимости заготовок лиственницы экономический эффект в объединении Дальлеспром составил в среднем около 1,4 р. на 1 м³ сырья. Экологический эффект проявляется в сохранении более ценных кедровых и ясеневых древостоев от вырубki и определяется по таксам. Он составил от 1,1 до 1,5 р. на 1 м³ лиственничного сырья.

При оценке народнохозяйственного эффекта была предпринята попытка определить эффект у потребителя. В частности, по некоторым направлениям учитывали увеличение срока службы изделий из лиственничных заготовок, а также снижение расхода лиственничного сырья, вследствие уменьшения площади сечения заготовок. Однако, принимая во внимание проблематичность такого подхода, отсутствие данных об эффективности потребления лиственничной продукции, пришлось отказаться от учета эффекта потребителя в общей оценке эффективности использования лиственницы. При этом мы понимаем некоторую ограниченность такой оценки.

В целом суммарный народнохозяйственный эффект на единицу продукции из лиственницы варьирует в широких пределах от минимального в производстве дверных блоков (0,2 р.) до максимальных значений в производстве строганого шпона и фанеры (соответственно 10,6 и 8,1 р. на единицу продукции). Производства ДСП и пиломатериалов занимают промежуточное место; эффект составляет соответственно 4,92 и 4,56 р. на единицу продукции.

Наиболее целесообразные направления использования лиственницы оценивали и выбирали на основе системы показателей комплексного использования древесного сырья, предложенной ЛТА. При рассмотрении системы оценочных показателей весьма продуктивно применение элементов ранговой математики, в частности определение места (ранга) направлений использования древесины лиственницы в ранжированном ряду показателей (см. таблицу).

По уровню использования сырья (съем товарной продукции) выделили три основные группы направлений. Первая группа — производство дверных блоков, высокий уровень показателей которого связан с повторным счетом и глубиной переработки сырья; вторая — производство ДСП и фанеры, химико-механическая обработка; третья — производство строганого шпона и пиломатериалов. Различие в уровне использования между первой и второй, второй и третьей группами составляет соответственно 54 и 27 %.

По критерию эффективности использования сырья (съем прибыли) отмеченные соотношения сохраняются для лесопиления и производства

**Место направлений переработки лиственницы в ранжированном ряду
при их оценке различными показателями**

Показатели	Ранг направления использования сырья				
	Пило-мате-риалы	Двер-ные блоки	ДСП	Фане-ра	Стро-ганный шпон
Съем продукции с 1 р. сырья, р	4	1	2	3	5
Съем прибыли с 1 р. сырья, р.	4	2	3	1	5
Себестоимость обработки 1 р. сы-рья, р.	3	5	4	1	2
Рентабельность обработки 1 р. сы-рья, р.	4	2	3	1	5
Критерий оценки с учетом народ-нохозяйственного эффекта	4	3	2	1	5

строганого шпона, замыкающих ряд направлений. Наиболее эффективно используется сырье в производстве фанеры, затем — ДСП и столярных изделий. Это связано с уровнем затрат (они наименьшие в фанерном производстве, в производстве дверных блоков наибольшие) и выходом продукции из единицы сырья (этот показатель наибольший при повторной переработке).

Различие в уровне эффективности использования лиственничного сырья между повторной переработкой (производством столярных изделий) и химико-механической обработкой незначительно — около 4 %. В сравнении же этих направлений использования с производством пиломатериалов и строганого шпона разница в уровне эффективности увеличивается до 5 раз.

Основным критерием оценки и выбора предпочтительных направлений использования лиственницы выступал показатель общей экономической эффективности с учетом народнохозяйственного эффекта (отношение результата к приведенным затратам). По данному критерию в качестве наиболее целесообразных направлений следует признать фанерное производство и ДСП, т. е. химико-механическую переработку. Близко к ним по уровню эффективности производство дверных блоков и лесопиление, а замыкает шеренгу направлений использования производство строганого шпона.

Для повышения хозрасчетной эффективности работы предприятий, перерабатывающих лиственничную древесину и несущих, как правило, дополнительные затраты, целесообразно дальнейшее совершенствование технологии и организации производства продукции из древесины лиственницы, а также ценообразования.

Поступила 18 марта 1988 г.

УДК 338.26

СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА (НТП)

Г. П. БУТКО

СвердНИИПДрев

В настоящее время применяют методы моделирования НТП на основе производственных функций и средств многомерной статистики. Они имеют достоинства и недостатки, дают иногда противоречивые результаты. Попытки усовершенствовать эти методы оправдываются больше в теории, чем на практике.

Рядом авторов изучены вопросы об измерении и оценке эффективности НТП в отраслевом аспекте [1, 2]. В специальной литературе рассмотрены методы управления ускорением НТП [3—5]. Вместе с тем практическая деятельность деревообрабатывающих предприятий подтверждает необходимость более детального изучения НТП как по структуре, так и в динамике.

Основное требование структурно-динамического метода — формирование нормативно-расчетной базы и обоснование экономических долгосрочных нормативов.

На следующем этапе выполняют расчеты фактических или планируемых темпов роста показателей. На основе распределения ускорений устанавливают порядок движения (ранговые ряды).

При этом рассчитывают коэффициент ранговой корреляции Кендалла (K) и динамический комплексный оценочный показатель (D).

Методическими рекомендациями по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение НТП, утвержденным постановлением ГКНТ СССР и Президиумом АН СССР от 03.03.88, предусмотрен расчет экономического эффекта для мероприятий НТП по результатам и затратам.

Структура мероприятий по направлениям НТП оценена по затратам (с учетом результатов) на техническое перевооружение производства комплектов деталей деревянной ящичной тары. Практический расчет эффективности основных направлений НТП сделан за 1986—1987 гг. на базе отчетных данных 20 тарных цехов ТПО Свердловспром.

Производство комплектов деталей деревянной тары по ряду предприятий ТПО Свердловспром убыточно. Выработка на одного рабочего — 0,67 м³ в смену. Средний процент использования производственной мощности в 1987 г. составил 97 %.

Дальнейшее развитие производства комплектов деталей деревянной ящичной тары зависит от выпуска современного высокопроизводительного оборудования, создание которого необходимо для развития ресурсосберегающей технологии.

Повышение эффективности производства связано с улучшением использования материальных ресурсов. Производство тары материалоемко: затраты на материалы в общих затратах составляют 55...60 %, в том числе на лесоматериалы — 40...50 %.

Исследованиями внедрения организационно-технических мероприятий и плана технического перевооружения выявлены четыре ведущих направления НТП. Установлено, что основное влияние на экономические показатели оказывает развитие ресурсосберегающей технологии и реконструкция тарных цехов.

На базе тенденций экономического развития определен вид динамического норматива

$$\mathcal{E}_T > \mathcal{E}_P > \mathcal{E}_K > \mathcal{E}_Y,$$

где $\mathcal{E}_T$, $\mathcal{E}_P$, $\mathcal{E}_K$, $\mathcal{E}_Y$ — темпы роста экономического эффекта от внедрения мероприятий соответственно по развитию ресурсосберегающей технологии, реконструкции тарных цехов, совершенствованию качественных параметров используемого оборудования и управлению.

Третье направление имеет в сравнении с первым и вторым особую значимость. В производстве комплектов деталей деревянной ящичной тары применяют: станки многопильные круглопильные для продольной распиловки пиломатериалов модели СБ-15Т; станки торцовочные для поперечного раскроя пиломатериалов ГСПР-16-М8; линии по раскрою пиломатериалов на детали деревянной тары модели ЯРД-14.

Ранжированный ряд ускорений показателей

Ряд ускорений	$\mathcal{E}_T$	$\mathcal{E}_P$	$\mathcal{E}_K$	$\mathcal{E}_Y$
Нормативный	1	2	3	4
Фактический	3	4	2	1

По динамическому нормативу и фактическому распределению определены ранги ускорений показателей (см. таблицу).

На следующем этапе определены индексы опережения эффекта от внедрения мероприятий по направлениям НТП и их ранги, коэффициент Кендэла.

Значения как нормативного, так и фактического ряда ускорений показателей получены на основании изучения интенсивности развития направлений. Были построены ранжированные ряды по сумме мест. В качестве критерия принята минимальная сумма мест по каждому направлению.

Для определения количественного влияния каждого направления на рост производительности труда ($\Delta ПТ$) использована формула

$$\Delta ПТ = n \sum_{i=1}^m x_{ij} : m \sum_{i=1}^m x_i,$$

где n — общее число исследуемых направлений;

m — общее число экспертов;

$\sum_{i=1}^m x_{ij}$ — общая сумма рангов по всем факторам;

$\sum_{i=1}^m x_i$ — сумма рангов анализируемого направления.

Рост производительности труда, полученный расчетом, по направлениям НТП составил: развитие ресурсосберегающей технологии — 2,15 %; реконструкция тарных цехов — 1,71; совершенствование качественных параметров используемого оборудования — 1,52; совершенствование управления — 1,15; итого — 6,53 %.

Динамический комплексный оценочный показатель (D) равен 0,70, т. е. средний коэффициент полезного действия структуры мероприятий, внедренных в производстве комплектов деталей деревянной ящичной тары за анализируемый период, составил 70 %. Внутрипроизводственные резервы были определены по направлениям для каждого предприятия как абсолютная и относительная разность нормативного ($P_{\text{норм}}$) и фактического ($P_{\text{факт}}$) рядов ускорений показателей

$$P_{\text{рез. а}} = P_{\text{норм}} - P_{\text{факт}};$$

$$P_{\text{рез. о}} = \left(1 - \frac{P_{\text{факт}}}{P_{\text{норм}}}\right) \times 100 \%,$$

где $P_{\text{рез. а}}$, $P_{\text{рез. о}}$ — абсолютный и относительный размер внутрипроизводственных резервов.

Применение структурно-динамического метода позволяет учесть резервы в динамике показателей, дать объективную оценку планов технического перевооружения. Одновременно создаются предпосылки для повышения степени обоснованности, напряженности и сбалансированности комплексных научно-технических программ. При этом возможна достоверная оценка динамики показателей эффективности НТП.

Темпы технического перевооружения и реконструкции на тарных предприятиях незначительны. На протяжении последних 20 лет по

ТПО Свердловспром применялись устоявшиеся технологии. Безусловно, сохранение такого подхода препятствовало интенсификации экономики.

С принятием Закона СССР о государственном социалистическом предприятии (объединении) предприятиям предоставлена самостоятельность в оперативном распределении ресурсов в размерах выделенных фондов. При этом обязательным условием является выполнение установленных производственных заданий.

Разработку прогрессивных видов тарных комплектов в ТПО Свердловспром намечено осуществлять на конкурсной основе. Причем инициаторы (победители) пользуются преимуществом в моральном и материальном поощрении (стимулировании). Законом о предприятии предусматривается более глубокое использование различных форм состязательности: конкурсных проектных разработок, научных исследований. Ставится во главу угла создание временных творческих коллективов (бригад), проведение открытых конкурсов на решение научно-технических задач, организация выставок технического творчества. Это создает основу для мобилизации творческой активности работающих, является важным условием ускорения научно-технического прогресса.

В данное время изменился подход и к распределению ресурсов. На основе предложенного подхода и полученных характеристик можно решить вопросы ускорения НТП в отрасли, установить, насколько сбалансированы сырьевые, материальные и трудовые ресурсы, выявить внутрипроизводственные резервы в динамике.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бутко Г. П. Оценка эффективности научно-технического прогресса (НТП) // Лесн. журн.—1980.— № 5.— С. 104—107.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Валдейцев С. В. Экономическое обоснование темпов научно-технического прогресса.— Л.: Лениздат, 1984.— 176 с. [3]. Голик М. П. Анализ влияния научно-технического прогресса на эффективность промышленного производства.— М.: Финансы и статистика, 1987.— 160 с. [4]. Методы и практика управления ускорением научно-технического прогресса и оценки его эффективности / Р. Д. Федотова, Г. М. Секерина, Г. Р. Рубан и др.— Кишинев: Штиинца, 1984.— 154 с. [5]. Покровский В. А. Ускорение научно-технического прогресса. Организация и методы.— М.: Экономика, 1983.— 216 с.

Поступила 17 марта 1989 г.

УДК 658.1 : 684

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ НА УРОВНЕ МЕБЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

П. ЖУКОВСКИ

Ленинградская лесотехническая академия

Мебельное производство — одно из самых сложных в деревообрабатывающей промышленности. Организационно-технические и экономические условия работы предприятий мебельной промышленности, их самостоятельность, самоуправление и самофинансирование, многосторонние связи и зависимости, а также концентрация производства и управления усложняют процессы, происходящие как на самом предприятии, так и вне его, и ведут к очень серьезному росту объема первичной информации. Появляется необходимость сбора большого количества данных, соответствующей их обработки и использования в целях управления хозяйственной деятельностью. Тематический диапазон информации должен охватывать главные области хозяйственной деятельности предприятия, интегрируя их в единое целое с одновременным

выявлением взаимозависимости и взаимодействия выделенных подсистем. Это требует совершенствования на научных основах организации системы обработки данных для целей управления хозяйственной деятельностью на уровне мебельного предприятия. Известные в литературе частные (однотематичные) модели не соответствуют требованиям, ставящимся перед предприятием мебельной промышленности в области автоматизированной обработки данных (АОД) для целей управления в новых изменившихся условиях хозяйствования [1, 4, 8, 9].

Анализ деятельности крупных мебельных предприятий показал, что интегрированная система АОД для целей управления должна охватывать следующие области хозяйственной деятельности: техническую подготовку производства (ТПП); планирование производства и учет (ППУ); материальное и складское хозяйство (МСХ); кадры, труд и зарплату (КТЗ); реализацию готовой продукции (РГП); использование основных средств (ИОС); учет затрат на производство (УЗП); финансовое обеспечение производства (ФОП) [7, с. 466].

Выделенные тематические подсистемы интегрированной системы АОД отвечают главным сферам управленческих решений в области хозяйственной деятельности предприятий мебельной промышленности.

Интегрированная система АОД имеет ряд положительных качеств по сравнению с частной системой обработки данных, а именно:

- общую базу данных, которая служит для обработки данных во многих областях хозяйственной деятельности и производственных задач и может быть использована, в информационном плане, во всех основных подсистемах; кроме того, база данных создает возможность полной интеграции подсистем (выделенных областей);

- получение и представление руководству быстро обработанной комплексной информации, используемой в целях управления; это создает возможность циклической обработки данных;

- передачу более подробной информации и со значительно меньшим количеством ошибок, чем при традиционной обработке;

- сравнительное удешевление в эксплуатации из-за общей базы данных;

- возможность сообщения о необходимости принятия комплексного решения [2, с. 61; 4, с. 92—93; 7, с. 473].

Преимущество интегрированной системы АОД перед частной проявляется также в возможности использования большого количества информационных массивов, необходимых для более тесной взаимосвязи между отдельными областями хозяйственной деятельности (комплексности решений).

Управление обменом информации в системе должно обеспечить реализацию плана действий, имеющего целью информационное обеспечение максимального выполнения поставленных производственных задач. Эта деятельность должна иметь определенный алгоритм, который приводил бы к принятию обоснованных управленческих решений. Организация прохождения (циркуляции) информации в системе должна быть оптимальной с точки зрения результативности и экономичности. Необходимым условием результативности прохождения и обмена информации является контроль реализации управляющих сигналов путем обратной связи. Схема системы АОД для целей управления предприятием представлена на рис. 1. Управляющая система (процессор) после получения информации сравнивает полученный результат с плановым и на основе возникших отклонений передает новые, соответствующие данной ситуации управленческие сигналы.

Естественные противоречия между системой управления и ее внешней средой вызывают необходимость регулирования хозяйственной деятельности на мебельном предприятии на нескольких уровнях управ-

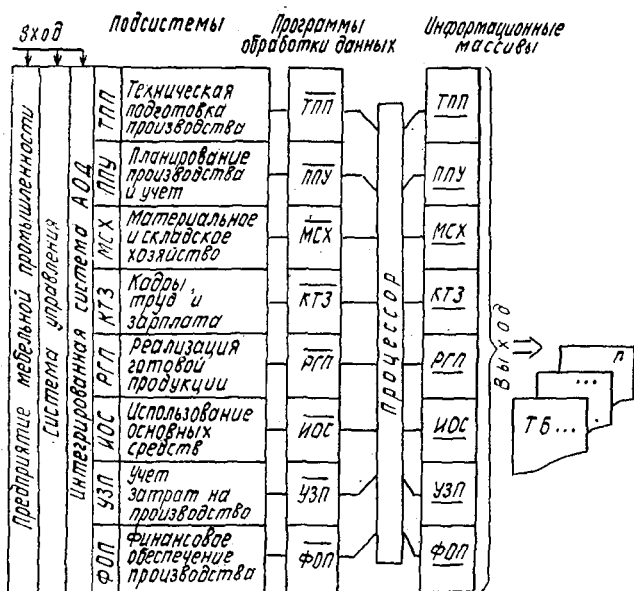


Рис. 1. Схема системы управления хозяйственной деятельностью с применением ЭВТ на уровне мебельного предприятия: ТБ — табуляграмма (машинграмма)

ления, решающих различные проблемы и применяющих разные критерии рациональности действия. Предлагаемая модель системы АОД должна охватывать и интегрировать три уровня управления: стратегический, тактический и оперативный, задачей которых является, с одной стороны, отделение и защита хозяйственной деятельности от негативных влияний внешней среды, а с другой, передача этих влияний в форме, не нарушающей нормальную производственную деятельность.

Управление всей системой и контроль над ней проводится посредством многих информационных связей. Связи между подсистемами системы АОД определяют степень ее интеграции. Их можно рассмат-

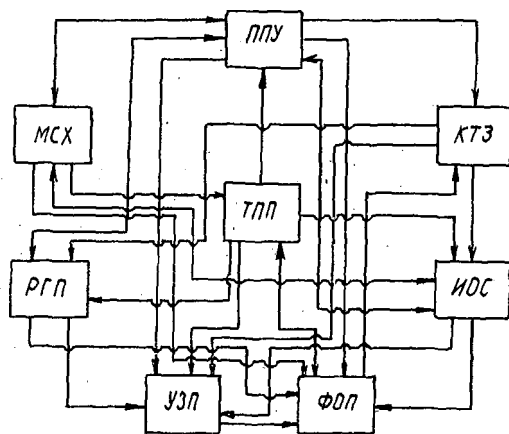


Рис. 2. Схема информационных сопряжений интегрированной системы АОД на уровне мебельного предприятия

ривать в технологическом и информационном аспектах. В первом случае это взаимодействие через информационные массивы и программное обеспечение. Связи информационные можно определить как автоматическое прохождение информации между отдельными подсистемами. Это информационная кооперация, для которой характерно воздействие отдельных подсистем друг на друга через основные информационные массивы путем поддержки (снабжения) или обновления.

Схема информационных сопряжений между подсистемами представлена на рис. 2. Разработка такой интегрированной системы требует подготовки широкого диапазона информации. Создание базы данных сопровождается подробным анализом взаимных информационных связей между основными областями хозяйственной деятельности предприятия, требует упорядочения исходной документации (особенно технологической), норм и нормативов, а также разработки системы кодирования. Общая база данных интегрированной системы создается в подсистеме технической подготовки производства (ТПП) и дает возможность полной интеграции подсистем (выделенных областей хо-

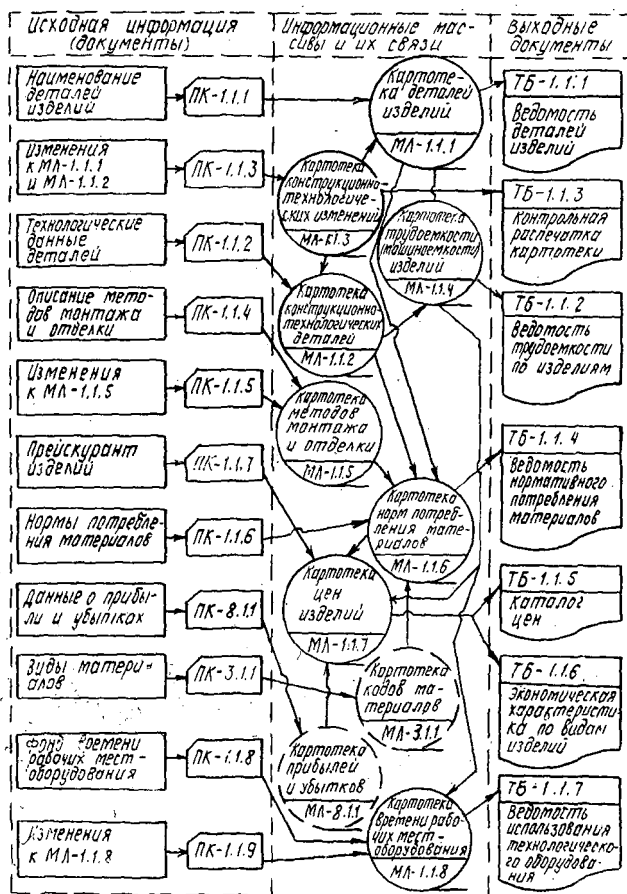


Рис. 3. Схема базы данных интегрированной системы АОД, созданная в подсистеме технической подготовки производства: ПК — перфокарта; МЛ — магнитная лента; ТБ — табуляграмма (машинोगрамма)

зяйственной деятельности). ТПП в аспекте интегрированной системы на мебельном предприятии является в основном подсистемой служебной, ибо в значительной степени обеспечивает информацией другие подсистемы. Созданная база данных в ТПП (рис. 3) многократно используется в процессе обработки данных не только в собственной подсистеме, но также во всех основных подсистемах интегрированной системы. Каждая из подсистем интегрированной системы, т. е. ППУ, МСХ, КТЗ, РГП, ИОС, УЗП и ФОП, создает также свои информационные массивы, которые — вместе с базой данных системы — используются в процессе обработки информации и ее вывода. Следовательно, легко найти комплексную и соответственно агрегированную информацию о состоянии и ходе процессов как в отдельных областях хозяйственной деятельности, так и во всем мебельном предприятии, наилучшим образом модифицировать и уточнять цели деятельности, определить содержание и реализацию производственных задач, установить критерии оценки, действия механизмов саморегулирования, а при необходимости и экстренного вмешательства для рационального (оптимального) формирования ситуации и соотношений между выделенными подсистемами (областями хозяйственной деятельности).

Разработанная автором концепция интегрированной системы АОД, т. е. определения объема информации, предназначенной для автоматизированной обработки по всем выделенным подсистемам, исходных данных (документов), основных информационных массивов и их взаимосвязей, выходной информации из ЭВМ (табуляграмм), а также их характеристики изложены ранее (см. [2, с. 60—64, рис. 1]; [3, с. 99—104, рис. 1—2, табл. 1—2]; [4, с. 91—106, рис. 1—2, табл. 1—2]; [5, с. 47—68, рис. 1—6, табл. 1—8]; [6, с. 29—65, рис. 2—3, табл. 15—16]; [7, с. 465—498, рис. 11.9—11.26, табл. 11.1—11.14]).

Нужную информацию для управления определяем в процессе аналитических исследований. Исходя из целей, функций и задач системы, анализируется, кому из органов и уровней управления предприятием и какая информация необходима для принятия управленческих решений и выполнения поставленных задач. На этой основе определяются выходные документы (табуляграммы) с указанием их информационного содержания. Потом разрабатываются информационные массивы и устанавливаются их взаимосвязи таким образом, чтобы на их базе в процессе обработки данных можно было получить уже определенную выходную информацию. Затем анализируются места сбора данных (отделы, секции, участки, цехи и т. д.) и их источники (процессы, документы первичные) и определяются исходные данные подсистем (и целой системы). Результаты разработок оценивает группа экспертов. В итоге строим организационные схемы подсистем с указанием исходных данных, информационных массивов и их взаимосвязей и выходной информации с соответствующим описанием содержания информационных массивов и табуляграмм (машинограмм). Интегрированная система АОД дает комплексную, селективную и своевременную, а также агрегированную (соответственно уровню управления) информацию, необходимую для принятия обоснованных решений в управлении, а некоторые решения даже «подсказывает» заблаговременно. Главным преимуществом разработанной концепции интегрированной системы АОД, по сравнению с частными системами, является минимизация затрат на проектирование, внедрение и эксплуатацию системы (рис. 4).

Поставленная перед системой цель является ведущим фактором, интегрирующим все выделенные подсистемы — области хозяйственной деятельности, принципы их взаимодействия и виды связей для информационного обеспечения результативной и эффективной реализации производственно-хозяйственных задач мебельного предприятия.

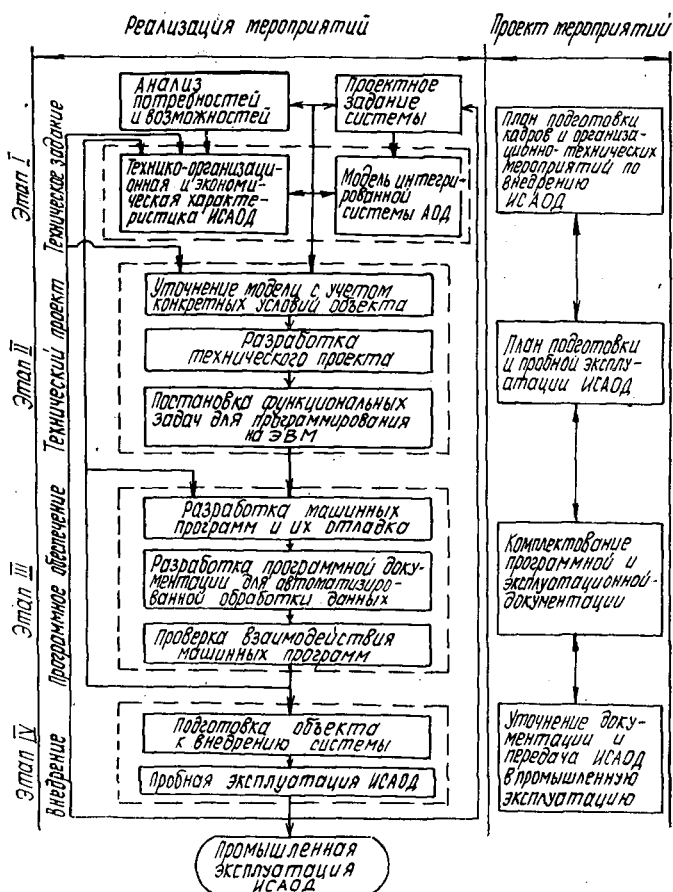


Рис. 4. Общая схема последовательности проектирования, программирования и внедрения интегрированной системы автоматизированной обработки данных на уровне мебельного предприятия: ИСАОД — интегрированная система автоматизированной обработки данных для целей управления

Разработанная концепция интегрированной системы АОД позволяет считать, что из двух возможных стратегий ее проектирования и внедрения в практику управления (декомпозиции и агрегирования) более предпочтительна стратегия декомпозиции. Базовая модель интегрированной системы АОД для целей управления может быть основой для разработки технических проектов реальных систем с учетом технико-организационных и экономических условий конкретных мебельных предприятий.

Теорией управления производством доказано и практикой подтверждено, что для эффективного принятия управленческих решений необходима селективная, избирательная информация, полученная из нескольких или даже всех областей хозяйственной деятельности промышленного предприятия и агрегированная соответственно уровню управления. Такого рода информация в особенности необходима в процессе принятия стратегических и некоторых важнейших координирующих, тактических решений. Обоснованная и разработанная интегрированная система АОД для целей управления дает возможность получить именно такую информацию, провести глубокий анализ хозяйственных процессов по определенным схемам (моделям) и даже оптимизировать

некоторые хозяйственные задачи на мебельном предприятии (производственном объединении).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Автоматизированные системы управления предприятиями / Под ред. В. Н. Четверикова.— М.: Высш. школа, 1979.— 303 с. [2]. Жуковски П. Интегрированная система электронной обработки данных для целей управления на уровне деревообрабатывающего предприятия // Тр. / НИИ деревообраб. пром-сти «ОРЕД».— Познань.— 1976.— № 22/23.— С. 60—64. [3]. Жуковски П. Управление подсистемой основных фондов в интегрированной системе автоматизированной обработки данных на мебельном предприятии // Проблемные тетради Польской академии наук.— Варшава: Научиздат, 1977.— Т. 190.— С. 99—104. [4]. Жуковски П. Техническая подготовка производства в аспекте комплексной объектной системы электронной обработки информации на предприятии деревообрабатывающей промышленности // Изв. высш. пед. школы. Технические науки.— Ополе, 1980.— № 6.— С. 91—106. [5]. Жуковски П. Совершенствование информационной системы в области управления материалами на предприятии мебельной промышленности с применением компьютерной техники // Изв. высш. пед. школы. Технические науки.— Ополе, 1982.— № 8.— С. 47—68. [6]. Жуковски П. Проблемы совершенствования занятости и заработной платы с применением компьютерной техники в мебельной промышленности // Изв. высш. пед. школы. Технические науки.— Ополе, 1984.— № 9.— С. 29—65. [7]. Жуковски П. Основные проблемы организации труда и экономики производства.— Варшава: Научиздат, 1986.— 542 с. [8]. Кимряков В. Н. АСУ в мебельной промышленности.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 103 с. [9]. Медведев Н. А. Автоматизированные системы управления в деревообрабатывающей промышленности.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 232 с.

Поступила 10 мая 1988 г.

УДК 338.26 : 630*863

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВНУТРИРАЙОННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОЛИЗНЫХ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ

П. С. ГЕЙЗЛЕР

Белорусский технологический институт

Рост внимания к региональным задачам, проблемам внутрирайонного размещения производства вызван необходимостью вскрытия региональных резервов развития каждого из производств. Эти задачи отличаются большой конкретностью, в них, как правило, точно определяется пункт размещения конкретного предприятия, при этом решаются вопросы концентрации, специализации, кооперирования и комбинирования. Выбор варианта размещения сразу ставит предприятие в совершенно конкретные условия производства, снабжения сырьем, топливом, электроэнергией, создает проблемы в социальной сфере деятельности предприятия.

Научный подход к обоснованию внутрирайонного размещения производства заключается в комплексном учете факторов размещения, их взаимовлияний, в применении современных доказательных методов обоснования, в первую очередь экономико-математического моделирования.

Используемое в качестве сырья древесину и ее отходы гидролизное производство тесно связано с развитием и размещением других производств регионального лесопромышленного комплекса. Расчленение общей задачи развития и размещения регионального (территориального) лесопромышленного комплекса на две стадии (вначале определяется производственная структура комплекса, затем территориальная организация всех его производств) [1, 3] позволяет при ре-

шении вопросов размещения использовать не одну интегрированную, а специализированные (по производствам) модели [2].

Использование специализированных моделей дает возможность учитывать особенности отдельных производств, что повышает уровень достоверности решений и адекватности конкретным условиям. Увязка решений по отдельным производствам достигается включением модели обоснования производственной структуры территориального лесопромышленного комплекса в общую систему моделей. Кроме того, следует учитывать, что необходимость решения задач размещения возникает чаще по отдельным производствам. В частности, принятое решение о развитии производства гидролизных кормовых дрожжей (1987 г.) вызвало необходимость постановки, моделирования и решения задач размещения этого производства.

Решение задач внутрирайонного размещения производства гидролизных кормовых дрожжей тесно связано с перераспределением лесосырьевых ресурсов между новыми и действующими предприятиями, так как сохранение сложившихся связей по поставкам сырья может привести к нерациональным (встречным) перевозкам.

Для производства гидролизных кормовых дрожжей характерна низкая транспортабельность исходного сырья (опилки, технологическая щепка), высокие затраты на изготовление продукции, более высокая (сравнительно с сырьевыми ресурсами) транспортабельность готовой продукции.

Используя опыт построения экономико-математических моделей внутрирайонного размещения по другим деревоперерабатывающим производствам, можно установить, что оптимальным вариантом внутрирегионального размещения производства дрожжей следует считать такой, который обеспечивает получение минимума затрат:

1) на перевозку сырья из пунктов его концентрации (образования, производства) до пунктов возможного размещения нового предприятия и к действующим в настоящее время предприятиям;

2) производство кормовых дрожжей в пунктах возможного размещения, включая затраты на строительство предприятий;

3) доставку готовой продукции потребителям.

В качестве ограничений выступают:

1) ресурсы сырья в пунктах концентрации;

2) максимально возможные объемы производства дрожжей в потенциальных пунктах размещения;

3) объемы производства дрожжей на действующих предприятиях;

4) потребности в дрожжах по пунктам территории региона и на вывоз (если он имеет место).

Исходя из этого, экономико-математическая модель внутрирегионального размещения производства гидролизных кормовых дрожжей может быть представлена в следующем виде.

Целевая функция минимизирует суммарные затраты на производство дрожжей, доставку сырья и готовой продукции:

$$\sum_{i,j,l} C'_{ijl} X'_{ijl} + \sum_{i,r,l} C''_{irl} X''_{irl} + \sum_{j,k,l} C'''_{jkl} Y'_{jkl} b_l^{-1} + \sum_{r,k,l} C^{IV}_{rkl} Y''_{rkl} b_l^{-1} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где C'_{ijl} — затраты на перевозку сырья вида l из пункта концентрации i в пункт возможного производства дрожжей j ;

X'_{ijl} — соответствующий объем доставки;

C''_{irl} — затраты на перевозку сырья вида l из пункта концентрации i на действующее предприятие r ;

- $X''_{ir l}$ — соответствующий объем доставки;
 C'''_{jk} — затраты на производство дрожжей в пункте возможного размещения j и на доставку их потребителю k ;
 Y'_{jk} — соответствующий объем доставки;
 C^{IV}_{rk} — затраты на производство дрожжей на действующем предприятии r и на доставку их потребителю k ;
 Y''_{rk} — соответствующий объем доставки;
 b_l — норма расхода сырья вида l на производство единицы готовой продукции (кормовых дрожжей).

Ограничения модели следующие.

На производство гидролизных кормовых дрожжей на действующих и новых предприятиях может быть направлено сырье из каждого пункта его концентрации (по видам) на более, чем имеется в них:

$$\sum_j X'_{ijl} + \sum_r X''_{ir l} \leq R_{il}. \quad (2)$$

Здесь R_{il} — ресурсы сырья вида l в пункте концентрации i .

Потребители готовой продукции удовлетворяют свои потребности за счет поставок от действующих и от новых предприятий:

$$\sum_{j,l} Y'_{jk} b_l + \sum_{r,l} Y''_{rk} b_l = \sum_l P_k b_l, \quad (3)$$

где P_k — потребность в гидролизных кормовых дрожжах в пункте k .

Потребности в сырье новых предприятий и действующих полностью удовлетворяются:

$$\sum_{i,l} X'_{ijl} = \sum_l B_j b_l. \quad (4)$$

Здесь B_j — максимально возможный объем производства дрожжей в потенциальном пункте размещения j .

$$\sum_{i,l} X''_{ir l} = \sum_l Q_r b_l, \quad (5)$$

где Q_r — объем производства дрожжей на существующем предприятии r .

Кроме того, должны выдерживаться максимально возможные объемы выпуска продукции на новых предприятиях

$$\sum_k Y'_{jk} = \sum_l B_j b_l. \quad (6)$$

и на действующих предприятиях

$$\sum_k Y''_{rk} = \sum_l Q_r b_l. \quad (7)$$

Для решения задачи на ЭВМ используется стандартная программа, реализующая транспортный алгоритм.

С использованием рассмотренной модели была решена серия задач по обоснованию размещения гидролизного производства в Белоруссии. Удалось реализовать сравнение многих альтернативных вариантов, в частности концентрированного производства дрожжей (в одном пункте весь прирост мощностей на ближайшие годы) и децентрализованного производства (модулями по 1, 3, 5 и 10 тыс. т).

Созданную матрицу (она записана на магнитные носители) использовали по ходу решения многократно с изменениями и без них. Этой матрицей можно пользоваться и в дальнейшем с небольшими поправками или дополнениями, она позволяет варьировать задачу вплоть до

применения комбинаторного метода на основе стандартной программы решения транспортной задачи. Все исходные данные вводили в ЭВМ через дисплей в системе PRIMUS. В подготовке и решении задач приняли участие Б. Н. Желиба, З. В. Макарова, М. М. Санкович, студенты Н. Зенченко (БГУ), М. Литвинович и Н. Яковлева (БТИ).

Экономико-математическая модель может быть применена в любом другом регионе. Это будет способствовать выработке обоснованных решений по развитию и размещению производства гидролизных кормовых дрожжей на базе древесного сырья. А это важно в связи с широкой программой развития этого производства с целью подъема животноводства при решении Продовольственной программы в СССР.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гейзлер П. С. Планирование перспективного развития лесопромышленных комплексов на основе системы моделей // Экономико-математические методы в исследованиях развития производительных сил Карельской АССР.—Петрозаводск, 1979.—С. 28—37. [2]. Гейзлер П. С., Муру Ж. В. О рациональном размещении производства в территориальных лесопромышленных комплексах // Экономические проблемы развития лесопромышленного комплекса Карельской АССР.—Петрозаводск, 1979.—С. 58—65. [3]. Петров А. П., Гейзлер П. С. Система моделей для планирования развития лесопромышленных комплексов // Экономические проблемы лесной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства.—Л., 1977.—Вып. 6.—С. 30—34.

Поступила 21 марта 1989 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*453.001

К ОЦЕНКЕ СРЕДНИХ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
НАСЕКОМЫХ-КСИЛОФАГОВ НА УРОВНЕ ДЕРЕВА

В. Н. ТРОФИМОВ

Московский лесотехнический институт

Среднюю плотность поселения ксилофагов $\bar{x}$, как и другие параметры локальных популяций какого-либо вида, рассчитывают одним из трех способов:

$$\bar{x}_i = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{n} x_i; \quad (1)$$

$$\bar{x}_j = \sum_{j=1}^{j=m} \frac{1}{m} x_j; \quad (2)$$

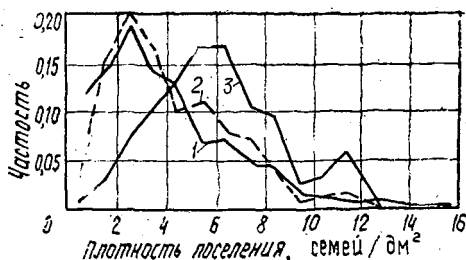
$$\hat{x}_j = \sum_{j=1}^{j=m} x_j S_j / \sum_{j=1}^{j=m} S_j = \sum_{j=1}^{j=m} N_j / \sum_{j=1}^{j=m} S_j, \quad (3)$$

где x_i — плотность насекомых на i -й палетке, шт./дм²;
 n — общее число учетных палеток на m модельных деревьях, шт.;
 x_j — средняя плотность поселения насекомых на j -м дереве, шт./дм²;
 m — число модельных деревьев, шт.;
 N_j — численность насекомых на j -м дереве, шт.;
 S_j — площадь поселения насекомых на j -м дереве, дм²;
 $\hat{x}_j$ — несмещенная оценка средней плотности, определяемая как средневзвешенная по площади поселения насекомых на стволах деревьев.

В настоящей статье обсуждается вопрос, обязательно ли определение $\bar{x}$ по формуле (3) и к каким ошибкам приводит использование других способов.

Материалом служили результаты учетов плотности поселения малого соснового лубоеда (*Blastophagus minor* Hart.) 695 палетками на 210 модельных деревьях, полученные в сосняках III—IV классов возраста Владимирской области. Характеристика древостоев и методика учетных работ даны нами ранее [4—6].

Распределение плотностей поселения малого соснового лубоеда: 1 — на палетках; 2 — на деревьях; 3 — на деревьях с учетом площадей поселения насекомых на стволах в качестве статистического веса. Объяснение в тексте



Оценки плотности поселения лубоеда на палетках и модельных деревьях представлены на рисунке в виде эмпирических распределений. В соответствии со способом оценки средней по (1), (2) и (3), частоты распределений ω рассчитаны по формулам:

$$\omega_i = x_i / \sum_{i=1}^{i=n} x_i; \quad (4)$$

$$\omega_j = x_j / \sum_{j=1}^{j=m} x_j; \quad (5)$$

$$\hat{\omega}_j = x_j S_j / \sum_{j=1}^m x_j S_j, \quad (6)$$

где ω_i — частоты плотностей поселения насекомых на палетках;

ω_j — частоты средних плотностей на деревьях;

$\hat{\omega}_j$ — частоты средних плотностей на деревьях с учетом заселенной ксилофагами площади поверхности ствола, т. е. размеров дерева в качестве статистического веса.

Как видим, полигоны распределений 1 и 2 почти совпадают и отличаются от полигона 3 (см. рисунок). При этом значения $\hat{x}_i$ и $\hat{x}_j$ оказались также близки и составили соответственно 8,48 и 8,08 шт./дм², что в 1,4 раза меньше несмещенной оценки средней $\hat{x}_j = 12,22$ шт./дм². Полигон 1, достоверно отличаясь от нормального распределения ($\chi^2_{\text{рас}} = 35,09 > \chi^2_{st 0,95} = 26,1$), соответствует логнормальному закону распределения ($\chi^2_{\text{рас}} = 11,1 < \chi^2_{st 0,999} = 19,7$) и тем самым характеризует не распределение оценок плотности жуков, а мультипликативность процесса формирования поселений короедов как случайных величин, при котором действие каждого фактора (выделение насекомыми феромонов, привлекательность дерева, резинозис и др.) на плотность поселения ксилофагов пропорционально достигнутому ею уровню. Примеры таких распределений для других видов короедов имеются в работах [1—3]. Полигон 3 описывается законом нормального распределения ($\chi^2_{\text{рас}} = 16,03 < \chi^2_{st 0,999} = 18,3$). Следовательно, учет размеров дерева и площади поселения на нем насекомых приводит к свойственному для нормального распределения отсутствию влияния какого-либо доминирующего фактора на изучаемую величину. Поэтому определение средних популяционных показателей по (3) будет давать близкие к истинным оценки средних даже на небольшом фактическом материале. При использовании (1) или (2) систематическая ошибка будет особенно велика при малом числе наблюдений, вследствие смещения пика наиболее вероятных оценок плотности ксилофагов в область низких значений (см. рисунок). Заметим, что во многих отечественных публикациях оценки плотности ксилофагов даны по (1) и требуют корректировки.

Выводы

Средние оценки популяционных показателей насекомых-ксилофагов на уровне дерева, определяемые на основе выборочных методов учета, следует вычислять как средневзвешенные по площади поселения на дереве величины. Иные способы приводят к занижению оценок на 40 % и более, особенно при небольшом фактическом материале.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гириц А. А. Основы биологической борьбы с короедом-типографом. — Львов: Вища школа, 1975. — 151 с. [2]. Ильинский А. И. К вопросу о закономерностях в размножении короеда-типографа (*Ips typographus* L.), о методике изучения его и борьбе с ним в лесу // Науч. изд. Укр. зональн. НИИЛХ и ЛП. — Харьков, 1931. — Вып. 1. — С. 49—73. [3]. Мозолевская Е. Г. Анализ популяций сосновых лубоедов // Тр. ВЭО. — Л.: Наука, 1983. — Т. 65. Лесная энтомология. — С. 19—40. [4]. Трофимов В. Н. Объем выборки при учете насекомых-ксилофагов // Лесоведение. — 1979. — № 6. — С. 26—36. [5]. Трофимов В. Н., Благовидов А. К., Липаткин В. А. Количество и распределение узлов учета при подсчете ксилофагов на модельном дереве // Экология и защита леса. — Л.: ЛТА, 1982. — Вып. 7. — С. 96—102. [6]. Трофимова О. В., Трофимов В. Н., Орлинский А. Д. Влияние степени объединения на состояние насаждений, поврежденных сосновой совкой // Защита леса. — Л.: ЛТА, 1979. — Вып. 4. — С. 99—103.

УДК 629.1-43.001.2

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ МАШИНА — ПАЧКА ЛЕСА — РОСПУСК

А. П. ПАНЫЧЕВ

СНПЛО

Комплексными характеристиками конструкции транспортной машины являются ее энергетические и тягово-сцепные показатели. Нами разработан метод экспериментального определения некоторых энергосиловых показателей транспортных систем, у которых груз расположен на машине и роспуске. Этот метод позволяет в процессе перемещения транспортной системы синхронно определять силу сопротивления движению как всей транспортной системы, так и отдельных ее звеньев (машины и роспуска). Сущность его заключается в том, что роспуск соединяется с барабаном лебедки машины с помощью стального каната и тензометрического тягового звена. Часть груза, расположенную на роспуске, полностью размещают на роликах. Такая конструкция исключает передачу на машину усилий сопротивления перемещению роспуска (F_p) через груз и коник роспуска (F_p передается на машину только через канат). За счет подтягивания роспуска канатом барабана лебедки можно быстро изменять распределение нагрузки между машиной и роспуском. При буксировании экспериментальной транспортной системы на ленте осциллографа синхронно записываются мгновенные значения сил сопротивления движению всей транспортной системы и роспуска. Расчетные значения определяют по формулам

$$F_c = l_k^{-1} \int_0^{l_k} P_c dl_k; \quad (1)$$

$$F_p = l_k^{-1} \int_0^{l_k} P_p dl_k, \quad (2)$$

где F_c, F_p — расчетные значения сил сопротивления движению транспортной системы и роспуска, Н;

l_k — длина мерного участка, м;

P_c, P_p — значения мгновенных усилий перемещения транспортной системы и роспуска, Н.

Силу сопротивления движению машины (F_T) определяют по формуле

$$F_T = F_c - F_p, \quad (3)$$

или

$$F_T = l_k^{-1} \int_0^{l_k} (P_c - P_p) dl_k. \quad (4)$$

Энергоемкость и удельную энергоемкость транспортного процесса находят по формулам

$$\mathcal{E} = \omega_c' (10^3 \eta_\Sigma \omega_b l_k) - 1 \int_0^{l_k} P_c dl_k; \quad (5)$$

$$g = \omega_c (10^3 \eta_\Sigma \omega_b l_k Q) - 1 \int_0^{l_k} P_c dl_k, \quad (6)$$

где $\mathcal{E}$ — энергоемкость транспортного процесса, МДж/км;

ω_c, ω_b — число оборотов ведущих звездочек (колес) при буксировании транспортной системы и при самостоятельном движении ее по мерному участку;

η_Σ — механический коэффициент полезного действия трансмиссии;

g — удельная энергоемкость транспортного процесса, МДж/(м³ · км);
 Q — объем пачки леса, м³.

Оптимальное распределение нагрузки между машиной и распуском достигается при минимальных значениях g .

Описанный метод воспроизводит естественные условия эксплуатации транспортной системы машина — пачка леса — распуск.

УДК 674.812

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТВЕРДОСТЬ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. А. ШАМАЕВ, С. А. БУРЛОВ, Л. Н. СМЕТАНИНА

Воронежский лесотехнический институт

Прессованная древесина, получаемая различными способами, находит применение в узлах трения. При эксплуатации подшипников скольжения из прессованной древесины происходит ее нагрев из-за плохой теплопроводности.

В данной работе изучена температуростойкость прессованной древесины марки ДМТМ-ОП₂, полученной по способу проф. П. Н. Хухрянского [1], и марки ДМХМ-ОД, пластифицированной мочевиной [2]. Критерием стойкости служила статическая твердость в направлении вдоль волокон, которую определяли (ГОСТ 13338—86) по данным 10—12 измерений на образцах размерами 15 × 15 × 22,5 мм, плотностью 1 000 кг/м³ и влажностью 4...5 % (ГОСТ 9629—81).

Результаты эксперимента обрабатывали методами вариационной статистики, надежность полученных результатов обеспечена ($P \leq 5\%$). Образцы нагревали в сушильной камере при температуре 100, 130, 145, 160, 180 °С в течение 20, 40, 60, 80, 100 ч. После каждых 20 ч образцы охлаждали до комнатной температуры, выдерживали при этой температуре в течение 20 ч, затем измеряли их статическую твердость. Такой циклический нагрев — охлаждение имеет место при реальной работе подшипников скольжения.

Начальная твердость образцов ДМТМ-ОП₂ и ДМХМ-ОД составляла соответственно 90 и 95 МПа. Изменение твердости в процессе термообработки представлено на рис. 1.

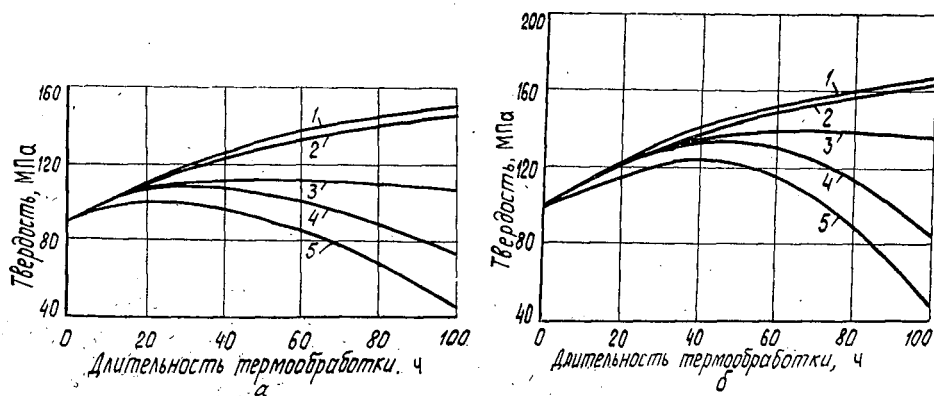


Рис. 1. Зависимость твердости ДМТМ-ОП₂ (а) и ДМХМ-ОД (б) от длительности термообработки: 1, 2, 3, 4, 5 — при температуре соответственно 100, 130, 145, 160, 180 °С

При температуре нагрева 100 и 130 °С наблюдается рост твердости до 150 МПа, что связано с увеличением жесткости волокон древесины вследствие обезвоживания и возрастанием плотности упаковки структурных единиц древесины. При температуре 145 °С одновременно с увеличением жесткости материала начинаются процессы термодеструкции древесины. Эти два процесса уравновешивают друг друга и поэтому твердость ДМТМ-ОП₂ и ДМХМ-ОД возрастает после 20 ч обработки и далее остается неизменной вплоть до 100 ч, составляя 110 МПа для ДМТМ-ОП₂ и 140 МПа для ДМХМ-ОД. Обработка при 160 °С в течение 20 ч приводит к увеличению твердости на 10...15 %, затем при дальнейшем воздействии температуры твердость падает и после 100 ч обработки составляет 78 МПа для ДМТМ-ОП₂ и 87 МПа для ДМХМ-ОД, т. е. по сравнению с исходной твердостью уменьшилась в среднем на 15 %.

Более наглядно процессы термодеструкции древесины проявляются после обработки при температуре 180 °С. Для ДМТМ-ОП₂ уже в первые 20 ч обработки наблюдается снижение твердости, которое усиливается по мере увеличения времени. После 100 ч обработки твердость составила 46 МПа, или 50 % от исходной. Для ДМХМ-ОД в первые 20 ч обработки твердость растет за счет увеличения жесткости материала. Находящийся в древесине карбамид тормозит процессы термодеструкции. При дальнейшей обработке твердость резко падает, и после 100 ч она составляет половину от начальной.

Итак, при температурах 100 и 130 °С возможна длительная эксплуатация модифицированной древесины обоих марок, при 145 °С время эксплуатации следует ограничить 100 ч.

При 160 °С время эксплуатации без снижения твердости для ДМХМ-ОД составляет 80 ч, для ДМТМ-ОП₂ — 60 ч. При 180 °С твердость сохраняется в течение 20 ч для ДМТМ-ОП₂ и 60 ч — для ДМХМ-ОД.

На рис. 2 представлена зависимость твердости от температуры при различной длительности воздействия. После 20 ч обработки влияние температуры практически не проявляется. Оно проявляется у ДМХМ-ОД после 60, а у ДМТМ-ОП₂ — после 40 ч термовоздействия. До 145 °С наблюдается незначительное снижение твердости, а при температурах 160 и 180 °С — резкое уменьшение твердости, что согласуется с кривыми на рис. 1.

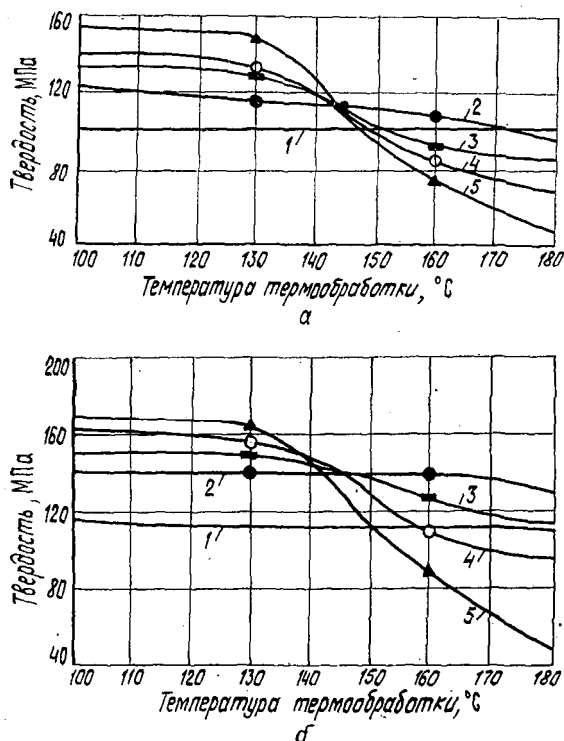


Рис. 2. Зависимость твердости ДМТМ-ОП₂ (а) и ДМХМ-ОД (б) от температуры термообработки: 1, 2, 3, 4, 5 — при длительности термообработки соответственно 20, 40, 60, 80, 100 ч.

Таким образом, модифицированная древесина марок ДМТМ-ОП₂ и ДМХМ-ОД сохраняет твердость в течение длительного времени при температуре не выше 145 °С. При 160...180 °С снижение твердости наступает после 40...60 ч воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Хухрянский П. Н. Прессование древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 351 с. [2]. Шамаев В. А. Модификация лиственной древесины.— М.: ВНИПИЭЛес-пром, 1980.— 19 с.

УДК 630*852 : 543.42

О СВЕТОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ ДРЕВЕСИНЫ, ОСНОВАННОЙ НА ЕЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ

В. Д. ДЕНИСЛАМОВ, С. П. САННИКОВ

Уральский лесотехнический институт

Пороки древесины существенным образом влияют на товарный выход продукции деревообрабатывающих предприятий. Сучки, гнили, червоточины снижают физико-механические свойства древесины, а синевы, химические окраски ухудшают внешний вид изделий.

В работах [1, 2] рассмотрены различные методы дефектоскопии древесины на базе регистрации изменения ее некоторых физико-механических свойств, а также измерения коэффициента отражения или поглощения света. Однако присущие методам интроскопии недостатки (низкая информативность и подверженность влиянию трудноучитываемых факторов: переменной влажности, температуры древесины и ее плотности), а также необходимость применения проникающей радиации или жесткого излучения снижают их практическую целесообразность. Поэтому в большинстве случаев обнаружение пороков древесины ведет оператор или станочник визуально, что не исключает чисто субъективных ошибок и снижает производительность обслуживания.

В Уральском лесотехническом институте на кафедре автоматизации производственных процессов проведены исследования спектра отражения света здоровой древесины и различных пороков: синевы, гнили, сучков с различной степенью загнивания и др.

Характеристики снимали на спектрофотометре СФ-10. Для этой цели, согласно требованиям данного прибора, были изготовлены по 50 шт. образцов каждого вида пороков (диаметром 44 ± 1 мм и толщиной 10 ± 1 мм) так, чтобы порок занимал всю изучаемую поверхность. Исследования проводили на образцах хвойных пород: ели, сосны, пихты.

На рисунке представлены области распределения семейства характеристик спектра отражения образцов: здоровой древесины 1, синевы 2, сучков 3, различной степени поражения и влажности; область 4 соответствует распределению спектральных характеристик гнили. Области плотной штриховки (см. рис.) относятся к образцам с относительной влажностью 40 %, а области редкой штриховки — с влажностью 5...6 %.

Анализ показал, что отражающая способность каждого вида пороков, а также здоровой древесины имеет свой специфический характер. Так, например, спектр отражения синевы можно условно разбить на два участка: от 400 до 440 и от 440 до 750 нм. На первом участке кривые спектральной характеристики расположены плотно и имеют крутой наклон около 0,24 дБ/нм, а с увеличением длины волны наклон кривых уменьшается, переходя к пологому. На втором участке имеются наклоны в среднем 0,04 дБ/нм с характерным для синевы провалом в области 580 ± 50 нм.

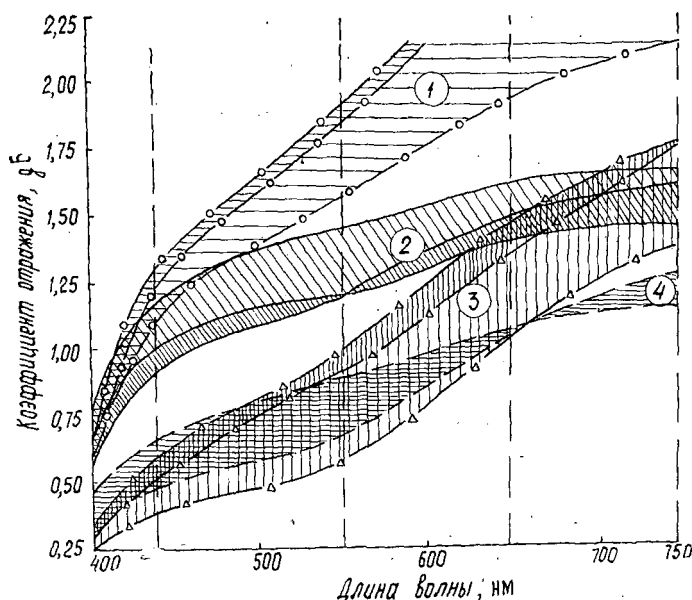
Спектр отражения сучков 3 не имеет резких перегибов. Наклон кривых приблизительно одинаков во всем диапазоне длин волн и составляет 0,074 дБ/нм. Характерен для сучков плавный прогиб кривых в области 500 ± 50 нм.

Для здоровой древесины кривые на участке от 400 до 440 нм имеют уклон 0,26 дБ/нм и высокую плотность. Наклон кривых на участке от 440 до 750 в среднем равен 0,094 дБ/нм. Кривые области 4 не имеют характерных перегибов, как, например, у синевы или у здоровой древесины, а с увеличением длины волны кривые распределяются с плавным, пологим подъемом 0,04 дБ/нм. На участке 660 $\pm$ 10 нм кривые пересекаются. В качестве наиболее информативных для изложенных выше пороков можно выделить четыре участка: от 400 до 440 нм, от 440 до 550, от 550 до 650, от 650 до 750 нм.

Первый участок характеризуется тем, что области 1, 2 и 3, 4 общие, а коэффициент отражения синевы на 0,53 дБ выше, чем у сучков. На втором участке производная характеристик сучков выше, чем гнили. Средние значения коэффициента отражения сучков, синевы и здоровой древесины составляют соответственно 0,625; 1,25 и 1,47 дБ, а на третьем участке — 1,00; 1,38 и 1,87 дБ.

На четвертом участке для сучков и синевы коэффициенты отражения примерно одинаковы и составляют 1,45, для здоровой древесины — 2,50, для гнили — 1,13 дБ.

На основании выполненных исследований разработан лабораторный вариант автоматического устройства распознавания видимых дефектов древесины по их спектральным характеристикам.



ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кармадонов А. Н. Дефектоскопия древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1987.— 120 с. [2]. Лакатош Б. К. Дефектоскопия древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1966.— 182 с.

УДК 674.047.45

КАМЕРНАЯ СУШКА СУВЕНИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

С. С. ЕФИМОВ

Институт физико-технических проблем Севера СО АН СССР

Теоретические основы сушки древесины разработаны достаточно хорошо [1—4]. Широко используют низко- и высокотемпературный способы камерной сушки пиломатериалов. Процесс камерной сушки древесины состоит из начального прогрева материала, ступенчатых режимов сушки, промежуточной и конечной термовлагообработок. Низкотемпературную сушку осуществляют при трехступенчатом изменении параметров сушильного агента: температуры t и относительной влажности воздуха φ в мягком, нормальном и форсированном режимах. Переходные влажности W с первой ступени режима на вторую и со второй на третью соответственно равны 30 и 20 %.

В табл. 1 приведены режимы форсированной низкотемпературной сушки (t — Δt — φ) пиломатериалов, где Δt — психрометрическая разность температур, °С [2].

Из таблицы видно, что по мере высухания древесины режимы становятся жестче, т. е. температура выше, а относительная влажность воздуха ниже, что способствует быстрой бездефектной сушке пиломатериалов. Продолжительность сушки меняется от 40 до 160 ч в зависимости от толщины и ширины досок [2].

Кроме сушки древесины в больших объемах, существует еще проблема сушки партий малогабаритных изделий из древесины (различных видов сувениров, детских игрушек и т. д.), выпускаемых сравнительно мелкими предприятиями. Отсутствие специального оборудования и апробированных режимов сушки на этих предприятиях приводит к увеличению расхода сырья и себестоимости продукции.

Например, на фабрике «Сардана» (Якутск) при изготовлении национальных сувениров из древесины (чороны, кытия — украшенные орнаментом виды посуды) изделия сушат обычным конвективным способом при комнатной температуре воздуха без регулирования его параметров. Влажность исходного сырья (березы) — 70...

Таблица 1

Порода	Влажность φ , %	Режим форсированной низкотемпературной сушки ($t - \Delta t - \varphi$) при толщине пиломатериалов, мм			
		< 22	22 ... 30	30 ... 40	40 ... 50
Береза	> 30	82 ... 10	75 ... 7	75 ... 5	69 ... 5
	30 ... 20	87 ... 14	80 ... 11	80 ... 9	73 ... 8
	< 20	108 ... 35	100 ... 31	100 ... 29	91 ... 26
Лиственница	> 30	90 ... 7	82 ... 4	75 ... 4	75 ... 3
	30 ... 20	95 ... 11	87 ... 8	80 ... 8	80 ... 6
	< 20	120 ... 36	108 ... 29	100 ... 28	100 ... 26

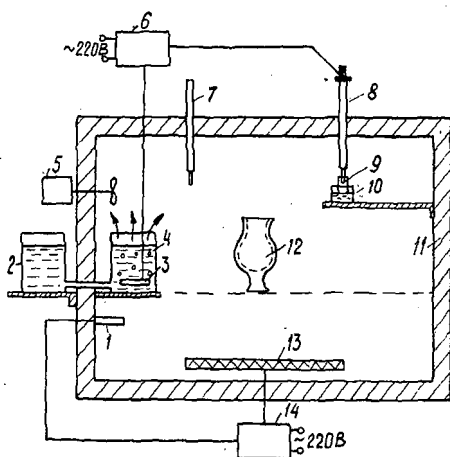


Рис. 1. Схема лабораторной сушильной установки

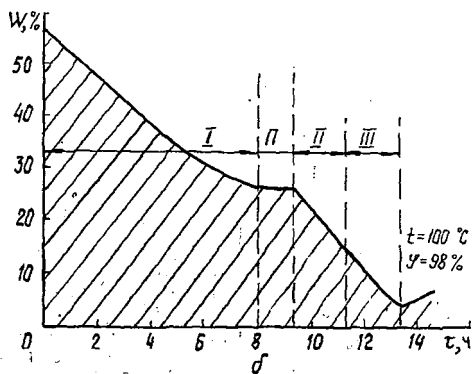
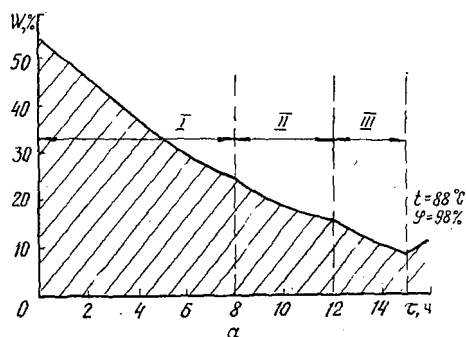


Рис. 2. Режимы камерной сушки сувенирных изделий (чоронов) из древесины: а — первый опыт (I ступень: $t = 75^\circ\text{C}$; $\Delta t = 5^\circ\text{C}$, $\varphi = 80\%$; II ступень: $t = 80^\circ\text{C}$, $\Delta t = 10^\circ\text{C}$, $\varphi = 64\%$; III ступень: $t = 87^\circ\text{C}$, $\Delta t = 17^\circ\text{C}$, $\varphi = 48\%$); б — второй опыт (I ступень: $t = 75^\circ\text{C}$, $\Delta t = 5^\circ\text{C}$, $\varphi = 80\%$; промежуточная II: $t = 80^\circ\text{C}$, $\varphi = 98\%$; II ступень: $t = 84^\circ\text{C}$, $\Delta t = 14^\circ\text{C}$, $\varphi = 54\%$; III ступень: $t = 98^\circ\text{C}$, $\Delta t = 28^\circ\text{C}$, $\varphi = 31\%$)

80 %, свежееизготовленных изделий — 45...60 %, конечная (после сушки) — 8...10 %. Средняя продолжительность процесса 15 сут. Из-за растрескивания и деформаций изделий при сушке брак достигает 30 %. Количество брака становится максимальным в зимнее время вследствие увеличения сухости воздуха.

Для решения этой проблемы можно, по-видимому, использовать камерную сушику, принимая за основу режимы форсированной низкотемпературной сушики пиломатериалов (табл. 1).

Схема лабораторной сушильной установки приведена на рис. 1.

Температуру в теплоизолированной камере 11 регулировали в диапазоне от 50 до 120 °С с помощью электронагревателя 13, датчика 1, терморегулятора 4 и лабораторного термометра 7. Относительную влажность воздуха устанавливают и поддерживают на постоянном уровне (в диапазоне от 0,2 до 0,98) путем управления интенсивностью испарения воды из сосуда 4 с помощью электронагревателя 3, терморегулятора 6 и электроконтактного термометра 8 (5 — вентилятор; 2, 10 — сосуды с водой; 9 — фитиль из двойной марли). Относительную влажность воздуха рассчитывают по психрометрической таблице разности показаний Δt сухого t_c (лабораторного) и мокрого t_m (электроконтактного) термометров; $\Delta t = t_c - t_m$.

В качестве образцов были взяты свежееизготовленные чороны 12 — внутриполые изделия из березы (высотой 17 см и диаметром 9 см). Из-за сложности конфигурации и неравномерности толщины (см. рис. 1) образцы при сушке склонны к легкому растрескиванию (в результате быстрого увеличения напряжений).

Для оценки пределов сушики и зоны усадки по влажности тензометрическим методом определили изотермы десорбции березы с начальным влажосодержанием 80 % при $t = 25$ °С (табл. 2).

Таблица 2

φ	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	0,98
W_p , %	5,0	8,0	11,3	15,5	18,8	26,0

В нормальных условиях относительная влажность воздуха φ равна 0,4—0,5, следовательно, изделия достаточно высушить до влажосодержания $W_p = 8...10$ %. Как известно [1, 3], зона усадки древесины соответствует удалению связанной воды, т. е. при влажности ≤ 26 %.

На рис. 2 приведены результаты двух опытов, проведенных с трехкратной повторностью. В обоих случаях применены трехступенчатые режимы сушики с постепенно возрастающей жесткостью, и изделия высушены без брака. В первом опыте (рис. 2, а) влажность образца W за 15 ч сушики снизилась с 54,4 до 8,5 %. Для снятия остаточных напряжений к концу опыта в течение 1 ч проведена термовлагообработка с параметрами: $t = 88$ °С и $\varphi = 98$ %. Во втором опыте (рис. 2, б) использованы промежуточная (между первой и второй ступенями) и конечная термовлагообработки. Жесткость режимов второй и третьей ступеней значительно повышена. Влажность образца за 13 ч снизилась с 57 до 3,4 %. Сочетания параметров ($t - \Delta t - \varphi$) в приведенных опытах близки к режимам форсированной низкотемпературной сушики березовых досок толщиной 30...50 мм (см. табл. 1).

На основании проведенных опытов можно заключить, что камерный способ может обеспечить быструю и бездефектную сушику сувенирных изделий из древесины, продолжительность сушики при этом сокращается в 24 раза. Режим сушики каждого конкретного изделия следует устанавливать экспериментально, принимая за основу сочетания параметров и схему форсированного низкотемпературного процесса для пиломатериалов.

Для практической реализации установленных режимов сушики необходимо изготовить камеру с рабочим объемом 2...3 м³, диапазоном регулируемой температуры от 50 до 120 °С, диапазоном регулируемой относительной влажности воздуха от 20 до 98 %, скоростью перемешивания воздуха 2...6 м/с, источником энергии — электрическим. Камеры такого типа с успехом можно использовать также при сушке керамических изделий и лабораторном исследовании процессов тепло- и массообмена.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кречетов И. В. Сушка древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 432 с.
- [2]. Руководящие материалы по камерной сушике пиломатериалов. — 3-е изд., исправ. и сокращ. — Архангельск: ЦНИИМОД, 1982. — 94 с. [3]. Сергеевский П. С. Оборудование гидротермической обработки древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1981. — 304 с. [4]. Шубин Г. С. Проектирование установок для гидротермической обработки древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1983. — 272 с.

УДК 628.35 : 628.336.79

СТАБИЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ СОРБЕНТА ИЗ ШЛАМ-ЛИГНИНА

С. А. ЛУДНИКОВ, Н. И. БОГДАНОВИЧ

Архангельский лесотехнический институт

Биологическая очистка — наиболее распространенный способ снижения загрязненности сточных вод. Главное преимущество этого способа — относительная простота организации технологического процесса. Снижение загрязненности сточных вод достигается за счет утилизации органических соединений активным илом, который является биоценозом различных микроорганизмов. К недостаткам биологической очистки относятся высокая чувствительность активного ила к изменению нагрузки по органическим компонентам и к нарушениям технологического режима очистных сооружений (перерыв в подаче воздуха, нарушение отбора избыточного ила).

Один из путей повышения стабильности биологической очистки — введение углеродных сорбентов или активных углей [2]. В этом случае снижается отрицательное воздействие нарушений технологического режима на состояние активного ила.

Нами получены углеродсодержащие сорбенты из шлам-лигнина (который является многотоннажным отходом физико-химической очистки сточных вод ЦБП) путем его пиролиза при температурах 800...900 °С. По своей структуре эти сорбенты органоминеральные и обладают развитой микропористостью с удельной поверхностью 200...300 м²/г [1].

Исследовано влияние добавки порошкообразного пиролизованного шлам-лигнина (ПШЛ) на процесс биологической очистки сточных вод. Образец ПШЛ был получен при 900 °С, продолжительность термообработки 90 мин. Удельная поверхность образца $S_{уд} = 272 \text{ м}^2/\text{г}$ с преимущественным радиусом пор 1,5 нм.

Показатели очистки сточной воды

Продолжительность аэрации, ч	ХПК, мг О ₂ /л		БПК ₅ , мг О ₂ /л		ПО, мг О ₂ /л	
	без ПШЛ	с ПШЛ	без ПШЛ	с ПШЛ	без ПШЛ	с ПШЛ
0	— 346	—	— 110	—	— 150	—
0,33	383	377	152	142	150	138
	293	289	74	52	134	126
0,66	349	304	123	114	120	117
	291	283	67	82	134	120
1	327	270	103	112	114	114
	289	275	—	52	117	102
2	314	258	96	98	115	106
	271	248	59	66	115	105
3	248	225	78	89	104	106
	242	220	30	37	105	96
4	225	223	73	82	106	120
	240	218	82	37	123	101
6	205	201	59	64	94	106
	196	179	83	30	146	136

Примечание. В числителе данные при сроке хранения активного ила 1,5 ч для концентрации активного ила 0,9 г/л; в знаменателе — соответственно 18 ч и 1,4 г/л.

Испытания проводили на сточной воде очистных сооружений Соломбальского ЦБК с использованием активного ила тех же очистных сооружений. Две серии опытов отличались тем, что использовали активный ил с разной длительностью хранения после отбора из иловой камеры.

Процесс биологической очистки моделировали в лабораторном сосуде с продувкой воздухом от микрокомпрессора. Объем сточной воды составлял 3 л, пробы на определение показателей загрязненности отбирали через фиксированные промежутки времени по 50...75 мл. Процесс очистки контролировали по показателям ХПК (химическое потребление кислорода), БПК₅ (биохимическое потребление кислорода) и ПО (перманганатная окисляемость), определяемым по стандартным методикам. Концентрация ПШЛ в обеих сериях составляла 0,7 г/л.

Результаты эксперимента приведены в таблице.

Изменение показателей очистки в зависимости от продолжительности аэрации графически представлено на рис. 1—3.

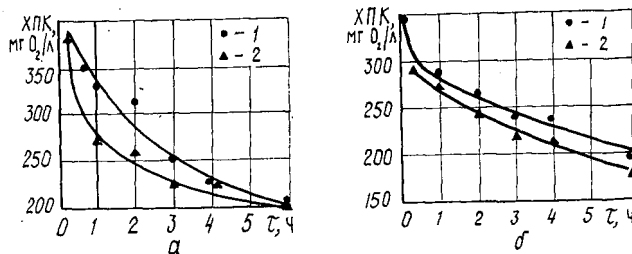


Рис. 1. Изменение ХПК от продолжительности аэрации: а — срок хранения активного ила 1,5 ч; б — 18 ч; 1 — без ПШЛ; 2 — с ПШЛ

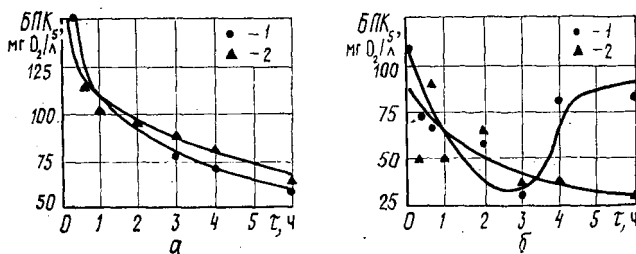


Рис. 2. Изменение БПК₅ от продолжительности аэрации (обозначения те же, что на рис. 1)

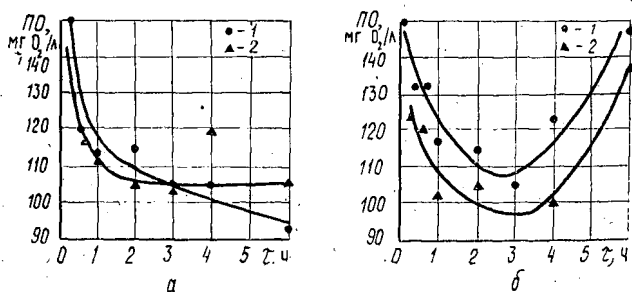


Рис. 3. Изменение ПО от продолжительности аэрации (обозначения те же, что на рис. 1)

Анализ полученных зависимостей показывает, что в системе со свежим активным илом введение ПШЛ не приводит к улучшению показателей очистки по отношению к контрольной системе. В системе с длительно хранившимся активным илом введение ПШЛ позволяет стабилизировать процесс очистки, что особенно характерно проявляется для изменения показателя БПК₅. В контрольной системе после снижения аэрации в течение 3 ч БПК₅ начинает возрастать, что, по-видимому, является следствием нарушений в функционировании активного ила.

Таким образом, введение ПШЛ позволяет повысить устойчивость систем биологической очистки к резким нарушениям технологического режима. Кроме того, использование такого отхода как шлам-лигнин в качестве сырья для получения ПШЛ снижает остроту проблемы удаления отходов ЦБП.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Богданович Н. И., Лудников С. А. Изменение сорбционных свойств органо-минеральных сорбентов при пиролизе шлам-лигнина в атмосфере водяного пара // Химия древесины.— 1987.— № 3.— С. 55—58. [2]. Смирнов А. А. Сорбционная очистка воды.— Л., 1982.— 96 с.

УДК 630*232.312

СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ШИШКОЯГОД АРЧИ К МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ

С. Ю. АБСЕИТОВ

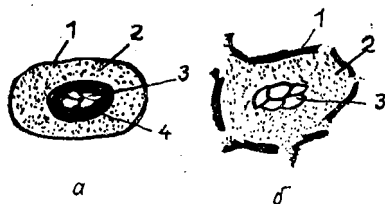
СредазНИИЛХ

В СредазНИИЛХ разработана машина МИС-0,2 для извлечения семян из шишкягод арчи [1]. Извлечение ведется методом истирания мякоти с поверхности семян между двумя терочными поверхностями. Исследованиями установлено, что истирание происходит качественно только при влажности шишкягод менее 20 %.

Шишкягоды собирают в октябре—ноябре, когда их влажность составляет 60...75 %. При высокой влажности (свыше 20 %) мякоть становится липкой и пластичной, снижение влажности (менее 20 %) ведет к затвердеванию ее поверхности. В этот период шишкягоды считаются готовыми к механизированной переработке.

Для снижения влажности свежесобранных шишкягод до требуемой (менее 20 %) необходимо их подсушить. Сушку производят солнечно-воздушным способом при средней температуре воздуха 19 °С. Используется открытая площадка размером 4 × 5 м; толщина слоя шишкягод — 16 мм. Влажность измеряли через каждые сутки.

Для описания процесса влагоотдачи рассмотрим схему строения шишкягоды арчи, объясняющую механизм потери влаги с изменением состояния ее поверхности,



На рисунке показано состояние шишкягод целых (а) и с предварительно разрушенной поверхностью (б). Шишкягоды с семенами из 1...8 шт. составляют блоки 3, которые обволакиваются мякотью 2 и кожей 1.

При сушке целых свежесобранных шишкягод процесс протекает медленно. В течение 24 сут влажность их снижается до 25, 15, 13 % соответственно по видам арчи (полушаровидной; зеравшанской и туркменской; туркестанской).

Влага испаряется через тонкую кожу 1, при этом вокруг семян 3 образуется влажная зона 4, состоящая из пластических веществ, имеющих жировые и смолистые примеси. Это объясняется тем, что при сушке целых шишкягод влага либо испаряется через плотную кожу и далее в атмосферу, либо концентрируется вокруг блока семян в виде жировых и смолистых примесей.

Поиск новых способов, ускоренной сушки привел к выводу, что влагоотдача более интенсивна в том случае, если поверхность шишкягод подвергнута предварительному разрушению в виде трещин, вмятин, отслаивания кожицы и самой мякоти. Разрушение шишкягод достигается двумя способами: ручным (при помощи доски, кирпича и др.) и механическим (между терочными дисками, при этом зазор устанавливают по наименьшему размеру шишкягод [2]).

В процессе сушки дробленых шишкягод (рис. б) кожа 1 разрушена, что ведет к искусственному увеличению наружной и внутренней поверхности испарения. Испарение влаги из мякоти, покрывающей блок семян 3, происходит интенсивно только в одну сторону — в атмосферу. При интенсивной сушке влага испаряется равномерно и оболочка 4 (рис. а) вокруг семян не образуется, что улучшает условия

механизированной обработки шишкоягод. Сушка шишкоягод с предварительно разрушенной поверхностью занимает 4 сут, влажность их за это время достигает 19, 15, 18 % по архе полушаровидной, зеравшанской и туркменской, туркестанской соответственно.

Показатели сушки целых
и предварительно разрушенных шишкоягод

Вид арчи	Время сушки шишкоягод, сут, до влажности, %					
	30		20		10	
	целых	разрушенных	целых	разрушенных	целых	разрушенных
Полушаровидная	18	3	24	4	—	7
Зеравшанская, туркменская	19	3	23	5	—	8
Туркестанская	19	3	22	5	—	9

Время, затрачиваемое на сушку шишкоягод с разрушенной поверхностью до влажности 20 %, в 6 раз меньше, чем целых (см. таблицу).

Математическое описание процесса сушки шишкоягод целых и с предварительно разрушенной поверхностью выражается следующими уравнениями:

для арчи полушаровидной

$$W_{\Pi} = \frac{311,22}{T} + 14,73; \quad (1)$$

$$W_{\Pi}^p = \frac{110,49}{T} - 0,88; \quad (2)$$

зеравшанской и туркменской

$$W_{3T} = 58,7 + 0,009T - 0,06T^2 - 0,008T^3; \quad (3)$$

$$W_{3T}^p = \frac{75,81}{T} + 0,54; \quad (4)$$

туркестанской

$$W_T = 60,61 + 0,08T - 0,061T^2 - 0,001T^3; \quad (5)$$

$$W_T^p = \frac{68,07}{T} + 0,85, \quad (6)$$

где W_{Π} , W_{3T} , W_T и W_{Π}^p , W_{3T}^p , W_T^p — влажность шишкоягод целых и с разрушенной поверхностью для арчи полушаровидной, зеравшанской и туркменской, туркестанской, %;
 T — число суток от начала сушки.

По формулам (1) — (6) можно вычислить влажность шишкоягод, зная первоначальную влажность и время сушки, что упрощает определение пригодности их к механизированной переработке.

На основе использования свойств шишкоягод был создан новый способ извлечения семян, при котором шишкоягоды пропускают через машину в два этапа. Зазор между терочными дисками устанавливают по наименьшему размеру шишкоягод, а при очистке поверхности семян — по наибольшему размеру семян. Между этапами производят сушку. Такой способ способствует лучшей очистке поверхности семян, повышению общей степени извлечения до 98 %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1132901 СССР, МКИ*А 23 N 5/00. Машина для извлечения семян / С. Ю. Абсеитов (СССР).— № 3603511/28-13; Заявлено 08.04.83 // Открытия. Изобретения.— 1985.— № 1.— С. 22—23. [2]. А. с. 1309949 СССР, МКИ*А 23 N 5/00. Способ извлечения семян из шишкоягод / С. Ю. Абсеитов, Ю. С. Осипов (СССР).— № 3840190/30-13; Заявлено 04.01.85 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 18.— С. 8,

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 378 : 630* (477.83)

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ
БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

В. А. КУЧЕРЯВЫЙ

Львовский лесотехнический институт

Как подготовить инженера, который, став руководителем или исполнителем, никогда не пошел бы на порчу природы, не принял бы экологически неграмотного решения? Нечего греха таить: сегодня инженеры-технологи (хотя их этому и не учили) спокойно спускают в канализационные коллекторы или в ближайшую речку вредные отходы своего производства; ищут лазеек, чтобы обойти инспекцию по охране воздуха, засоряют лесную почву втайне вывезенным строительным мусором. Наблюдается двойственность мышления и действия. Оказывается, выученное — это еще не осознанное. А к осознанному путь длинный, и его в высшей школе, согласно требованиям перестройки, необходимо обеспечить непрерывным экологическим образованием и воспитанием, насытив им все изучаемые на протяжении пятилетнего периода обучения дисциплины — от общенаучных до специальных.

Геохимическое и географическое воздействие вооруженного новейшими техническими средствами человека на природную среду приобретает все более широкие масштабы и в ряде случаев приводит к возникновению необратимых процессов. Загрязняются и отравляются реки и озера, воздушная среда, не выдерживаются предельно допустимые нагрузки на экосистемы при различных этапах хозяйственного использования природных ресурсов. Эти явления приобрели глобальный характер и стали предметом обсуждения на ряде крупных международных симпозиумов и межправительственных конференций, проводимых ЮНЕСКО и ЮНЕП.

Как никогда ранее, актуальны слова великого естествоиспытателя В. И. Вернадского: «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом ставится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого... Идеалы нашей демократии идут в унисон со стихийным геологическим процессом, с законами природы». Сегодня важно вести социалистическое природопользование осознанно, на уровне ноосферного, планетарного мышления. В этом плане в Основных направлениях перестройки высшего и среднего специального образования в стране записано: «Предстоит усилить экологическое воспитание будущих специалистов, их ориентацию на рациональное и комплексное природопользование».

Экологическое образование все шире включается в рамки системы образования на всех уровнях. Конечная цель его — предоставить населению возможность понять сложный характер окружающей среды и необходимость направлять свою деятельность на ее сохранение. Такое образование должно также содействовать осознанию экологической, экономической и политической взаимозависимости между странами современного мира с тем, чтобы повысить в них чувство взаимной ответственности и солидарности.

В процессе подготовки квалифицированных кадров возникает задача не только природоохранного просвещения будущих специалистов любой отрасли народного хозяйства и воспитания у них чувства бережного отношения к природе, рачительного использования ее богатств, но и профессиональной подготовки тех из них, которые в процессе трудовой деятельности будут связаны с непосредственным воздействием на природную среду и деятельностью по охране природы.

Очень важно, чтобы каждый специалист знал и исповедовал ленинские принципы социалистического природопользования, которые стали воплощаться в жизнь факти-

чески с первых шагов Советской власти, провозгласившей природные богатства общенародным достоянием. В. И. Ленин лично разрабатывал основные принципы использования природных ресурсов. По его инициативе были приняты «Основной закон о лесах», «Об охране памятников природы, садов и парков» и др. Тогда же были организованы шесть первых заповедников.

Студентам мы излагаем пять основных принципов социалистического природопользования. Первый, исходный — социалистическое отношение к средствам производства, по-современному переориентировавшее взгляд на природу. Второй — оптимизация взаимодействия с природой в интересах общества в целом. Третий — методологический подход к оптимизации, опирающийся на марксистско-ленинскую теорию, ядром которой служит материалистическая диалектика, а в основе понимания отношений человека с природой лежит исторический материализм. Четвертый — совпадение экологических целей с экономическими, социальными и политическими. И, наконец, пятый — широкое привлечение трудящихся, всего населения к экологической политике общества.

Во Львовском лесотехническом институте студенты обучаются технологическим, техническим, экономическим и экологическим специальностям. С 1984 г. на лесохозяйственном и инженерно-экономическом факультетах преподается курс «Экология и охрана природы», на остальных факультетах — «Охрана труда и охрана природы». В настоящее время вводится обязательный для всех специальностей курс «Общая экология и рациональное природопользование». Непрерывной экологической подготовкой пронизаны рабочие программы всех специальностей и специализаций. Последнее время много делается для обеспечения непрерывного эколого-правового образования.

Вопросы охраны природы рассматриваются на специальных и профилирующих курсах, включены в программы учебных и производственных практик, освещаются в курсовом и дипломном проектировании. С 1988 г. в дипломные проекты введен раздел «Экологическое обоснование проекта». В этом же году координацию разделов учебных программ по экологии взяла на себя вновь созданная кафедра экологии, ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства.

Более глубокому развитию экологического мышления способствует научно-исследовательская работа кафедр. Усилия ученых лесохозяйственного факультета института сконцентрированы на изучении природы лесного биогеоценоза и его изменений в условиях интенсивных антропогенных воздействий. К работе в этой области все шире подключаются ученые-лесоразработчики, экономисты. Однако существовавшая до недавнего времени определенная разобщенность научных коллективов сдерживает и сейчас развитие этого важного научного направления, не дает возможности предложить учебному процессу целостную картину экологически обоснованного ведения хозяйства. К разработке госбюджетной и хозяйственной тематики по проблемам охраны природы еще недостаточно активно подключается студенческая молодежь.

Хорошо зарекомендовали себя экспедиционные формы научно-исследовательской работы. Об этом свидетельствует опыт кафедры генетики, лесных культур и древесиноведения, которая уже третий год организывает экспедиции студентов-озеленителей по изучению дендрофлоры и ее состояния во Львове, Тернополе, Луцке, Ровно, Ужгороде, Ивано-Франковске. Озеленители старших курсов под руководством преподавателей выезжают в экспедиции по обследованию зеленых насаждений городов Прибалтики, Украины, Молдавии, РСФСР. Собранный материал обобщается, докладывается на студенческих научно-технических конференциях.

Совершенствуя учебный процесс, кафедры лесохозяйственного факультета уже несколько лет проводят студенческие экспедиции, во время которых создают эколого-познавательные тропы вблизи оз. Свитязя, Перемута и Песочного в Шацком национальном парке и ведут исследования в Государственном заповеднике «Росточье». В 1988 г. изучались водорегулирующие свойства горных лесных биогеоценозов в верховьях р. Днестра. Студенты-озеленители обследовали более 20 парков — памятников садово-паркового искусства. Во время учебных практик в Страдчанском лесопарке учлесхозага студентами лесохозяйственного и технологического факультетов

проложена рекреационно-эколого-познавательная тропа и устроена живописная рекреационная площадка.

Многие кафедры института ведут активную издательскую деятельность, вопросы экологии и охраны окружающей среды широко освещаются в научно-популярной и специальной литературе. Проблемам лесной и городской экологии посвящена серия книг, вышедшая в издательстве «Вища школа». Много внимания уделяется пропаганде безотходной и малоотходной технологии. Учитывая, что значительный объем лесоразработок Украины приходится на Карпаты, ведется пропаганда экологически безопасных канатных видов транспорта. Лесные экосистемы Украинских Карпат, их рекреационный потенциал являются объектом комплексных исследований и многочисленных публикаций преподавателей и студентов, которые генерировали идею создания новых в Карпатах национальных парков «Сколевские Бескиды» и «Буковинского».

Студенты широко привлекаются к проведению крупных экологических конференций, проходящих в институте. Так, они принимали участие в международной конференции по охране лесных экосистем пограничных регионов ПНР, СССР и ЧССР (1988), Всесоюзной конференции по аэрокосмическому мониторингу лесных ресурсов зоны интенсивного ведения лесного хозяйства (1988), Первой Всесоюзной конференции по проблемам социальной экологии (1986), Третьей Всесоюзной конференции по лесной типологии (1983), республиканской конференции по охране лесных экосистем. Вопросы охраны лесных и парковых экосистем стали обязательными в ежегодных студенческих научных конференциях.

Начиная с 1988 г., на базе института проводятся республиканские олимпиады студентов по экологии и охране природы. Плодотворно развиваются в области экологического образования международные связи — с Краковской сельскохозяйственной академией (ПНР) и Зволениским лесотехническим институтом (ЧССР). На базе института осенью 1987 г. проведен национальный семинар ЮНЕСКО по проблемам экологического образования в высшей школе.

По предложению учебно-методического кабинета Минвуза УССР на базе кафедры экологии, ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства создается проблемная группа, которая будет обобщать опыт экологического образования в вузах технологического, технического и гуманитарного профилей.

В институте развивается учебно-научная база, способствующая эффективному ведению экологической и природоохранной работы. Помещение и арборетум Львовской лесной школы, основанной более века назад, постепенно превращаются в институтский музей охраны леса, где оборудуются специализированные аудитории, открыт музей лесной фауны, создана лаборатория дистанционных методов изучения лесных биогеоценозов. Большую работу по практической подготовке в области экологического образования и воспитания ведут учебно-производственный лесхоззаг, заповедник «Росточье» и созданный в нем в 1988 г. музей заповедного дела, а также студенческое конструкторское бюро, где студенты разрабатывают проекты озеленения населенных мест.

Формальное экологическое образование, получаемое в процессе учебы, должно тесно переплетаться с неформальным. В 1983 г. на базе нашего института было создано трудовое объединение студентов и школьников Радянского района Львова «Зеленстрой», которое взяло на себя уход за зелеными насаждениями и их охрану. В 1985 г. такие трудовые объединения функционировали уже во всех пяти районах Львова, их работу возглавили студенты-озеленители.

Назрела необходимость в рамках вузовских факультетов общественных профессий расширить и улучшить подготовку организаторов обществ охраны природы, общественных инспекторов по охране природы, организаторов школьных лесничеств и школьных заказников. В настоящее время на двух отделениях ФОП — организаторов клубов «Эколог» и организаторов работы школьных лесничеств и отрядов «Зеленстрой» — обучается около 200 слушателей, перед студентами выступают с лекциями лучшие научные силы института. После окончания учебы студенты получают вторую общественную профессию и становятся активистами природоохранных организаций.

Заслуживает внимания участие студентов в создании школьных лесных заказников, а также помощь в работе школьных лесничеств и звеньев. Школьные заказники

создаются во Львовском лесхозе, учебно-опытном лесокомбинате ЛЛТИ. Студенты-лесотехники приняли живое участие в слете передовиков школьных лесничеств Львовщины, который проходил на базе учебных практик института, и в конкурсе по лесоводству. В институте с 1985 г. работает клуб «Эколог», который проводит большую пропагандистскую и практическую работу, организует чтение лекций во время прохождения студентами учебных и производственных практик, принимает участие в закладке и оформлении эколого-познавательных троп, формирует студенческие народные дружины по борьбе с браконьерством, нарушениями правил охоты и рыбной ловли.

Родившись первоначально как студенческий клуб, «Эколог» сейчас объединяет и преподавателей, и научных сотрудников, которым дорого дело охраны природы. Высокий профессионализм проявили члены клуба «Эколог» во время встречи с экологами-правоведами США, состоявшейся в октябре 1988 г. Этому клубу принадлежит инициатива проведения двух республиканских кинофестивалей любительских фильмов «Экофильм-86» и «Экофильм-88». За здоровую экологическую среду во Львове борется «Экопатруль».

С ускорением научно-технического прогресса круг специалистов, имеющих непосредственное отношение к эксплуатации природных богатств, будет неуклонно расширяться. Поэтому крайне и незамедлительно необходимо формировать у молодежи широкое ноосферное мышление и высокую ответственность за все технические решения, связанные с экологическими задачами.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*284.4(049.3)

КНИГА О СОКАХ ЛИСТВЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ*

Вышла в свет монография, посвященная прижизненному использованию березовых и кленовых насаждений с целью получения соков. Известно, что березовый и кленовый соки — ценное сырье для получения продуктов питания, косметических и парфюмерных изделий. Они используются в сельском хозяйстве, медицине и других отраслях промышленности. Однако ряд вопросов, касающихся влияния экологических факторов на сокопродуктивность деревьев, состав и свойства сока, не нашел должного отражения в литературе. Кроме того, не исследовано прогнозирование сроков соковыделения, влияние подсочки на жизнедеятельность деревьев, оптимальная нагрузка. Решению этих и других вопросов посвящена рецензируемая монография.

Подробно изложены вопросы о влиянии экологических, лесоводственных и таксационных факторов на сокопродуктивность деревьев. В частности, установлены сроки начала, продолжительности и окончания соковыделения; выявлена вероятность и пространственная закономерность сроков их наступления. Изучена зависимость сокопродуктивности деревьев от факторов соковыделения. Получен вывод, согласно которому сокопродуктивность и состав сока зависят от сопряженных экологических факторов. Этот вывод еще раз подтверждает мысль о весьма тесной связи растительных организмов с окружающей средой.

Автор теоретически обосновал и экспериментально подтвердил расчет разовой нагрузки (количество каналов) в зависимости от диаметра дерева, развития кроны и длительности подсочки. Для ослабления отрицательного влияния подсочки на жизнедеятельность деревьев при одновременном максимальном получении сока рекомендуется оптимальная глубина каналов 50 мм, диаметр — 15 мм.

В монографии изложены методы прогнозирования сроков начала, продолжительности и окончания соковыделения. Указанные предложения нашли применение в промышленной заготовке березового сока.

Детально освещены химические свойства соков древесных пород. В частности, отмечено, что в березовом и кленовом соке обнаружено 18 химических элементов. Одновременно сообщены данные о плотности, зольности, сахаристости, содержании сухих, ароматических и дубильных веществ в березовом соке.

Рассмотрены вопросы о влиянии подсочки на жизнедеятельность растущих деревьев. Указано, что подсочка вызывает незначительное снижение прироста по диаметру деревьев, основных параметров листьев, а также всхожести и энергии прорастания семян березы. По мнению автора, четкое соблюдение технологии подсочки при добыче березового сока не приводит к существенному нарушению жизнедеятельности подсаживаемых деревьев.

Заслуживает внимания предложение автора о добыче соков из пней свежесрубленных деревьев. Вызывают интерес сведения о применении соков древесных пород в народной медицине и кулинарии, рецепты безалкогольных напитков и др. Приведены данные о методах переработки и использования древесных соков в ряде развитых стран (США, Канада, ФРГ и др.). Например, в Канаде ежегодно добывают кленовый сок на сумму до 30 млн долларов, из которого получают преимущественно гранулированный, твердый и мягкий сахар.

К недостаткам рецензируемой монографии следует отнести то, что в работе не получили освещения вопросы биологических основ соковыделения у березы и клена; не показано, какие силы заставляют пасоку выделяться из стволов деревьев до распускания листьев.

Выход монографии В. П. Рябчука «Соки лиственных деревьев» в свет, несомненно, привлечет внимание работников лесного хозяйства, заготовительных организаций, студентов средних и высших учебных заведений лесохозяйственного профиля.

Н. И. Федоров

Белорусский технологический институт

* Рябчук В. П. Соки лиственных деревьев: получение и использование. — Львов: Вища школа, 1988. — 152 с.

УДК 630*79 : 658.155.2(049.3)

НУЖНАЯ КНИГА ПО ЛЕСНОМУ ДОХОДУ*

В процессе совершенствования хозяйственного механизма в лесном хозяйстве огромное значение приобретают экономически обоснованные цены на конечную продукцию лесовыращивания и система финансирования лесохозяйственного производства. В методологическом плане особой остротой отличается вопрос о структуре и источниках формирования доходов предприятий лесного хозяйства.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 10 марта 1988 г. «О совершенствовании управления лесным хозяйством и лесной промышленностью страны» предусмотрено создание комплексных лесных предприятий с переводом лесного хозяйства на полный хозяйственный расчет и самофинансирование. Разрабатывается положение о предоставлении лесов в аренду.

Естественно, возникает проблема определения источников покрытия расходов лесовыращивания и правильного регулирования производственных отношений в системе лесного комплекса, включая методологию установления и уровня арендных платежей. Решение этой проблемы теснейшим образом зависит от обоснованного подхода к формированию цен на выращенную древесину и к способам распределения доходов, образующихся при реализации леса на корню. В этом отношении большой интерес представляет книга А. С. Лазарева «Лесной доход», в которой достаточно полно и всесторонне рассмотрена проблема совершенствования лесных такс.

В книге значительное место уделено освещению теоретических вопросов, связанных с лесным доходом и экономическими категориями лесного хозяйства. Широко раскрывается значение лесного дохода в развитии лесного хозяйства. На фактическом материале за многие десятилетия показано соотношение доходов и расходов в лесном хозяйстве, которое свидетельствует о постоянной его убыточности. Констатируется, что лесные таксы на древесину на корню в СССР самые низкие в мире. Их дифференциация по ценообразующим параметрам привела к символической стоимости древесины на корню для последних поясов и разрядов такс. Такая недооценка древесины на корню послужила одной из главных причин нерационального использования отводимого в рубку лесосечного фонда.

Автор убедительно показывает, что положение с использованием лесосечного фонда усугубляется отпуском древесины на корню множеству «мелких» лесозаготовителей, уровень недорубов на делянках которых выше, чем у основных лесозаготовителей. Анализируя влияние действующих лесных такс на выравнивание экономических условий лесозаготовок, автор доказывает их несостоятельность в этом направлении, поскольку они практически не содержат дифференциального дохода. В результате становятся экономически выгодным получение лесосечного фонда по хвойному и твердолиственному хозяйствам, по сравнению с мягколиственным, притом на более близком расстоянии. Дополнительные расходы, связанные с перевозкой древесины на дальнее расстояние, не компенсируются снижением лесных такс. Все это ведет к нерациональному использованию лесосечного фонда, перерубам расчетной лесосеки по хвойному хозяйству и недорубам по мягколиственному.

На конкретном фактическом материале показаны экономические результаты работы предприятий при получении древесины на корню и в заготовленном виде в данном и в отдаленном районе (другом поясе лесных такс). Все приведенные в книге данные свидетельствуют о том, что лесные таксы не только не препятствуют, но в ряде случаев содействуют бесхозяйственному использованию лесных ресурсов.

Довольно обстоятельно изложены основные принципы и методы формирования лесных такс с примерами из опыта капиталистических и социалистических стран.

Значительное место в книге отведено оригинальной методике формирования лесных такс, позволяющей более полно учитывать общественно необходимые затраты по регионам страны и дифференциальный доход по положению, качеству и плодородию. Построение лесных такс по данной методике направлено на обеспечение правильной цели — лесные таксы должны отражать фактическую ценность древесины на корню и создавать такие условия, при которых лесозаготовителю будет выгоднее взять всю выделенную ему древесину, чем оставить ее в недорубах и в заготовленном виде на делянках. Этим требованиям, по мнению автора, должны отвечать и Правила отпуска древесины на корню в лесах СССР, которые в настоящее время, как и лесные таксы, нуждаются в совершенствовании. Отдельные статьи этих правил, например сроки выписки лесорубочных билетов и заготовки древесины, неустойки за уничтожение

* Лазарев А. С. Лесной доход.— М.: Финансы и статистика, 1988.— 143 с.

подроста и нерациональную заготовку древесины, не отвечают интересам ни лесного хозяйства, ни лесной промышленности. Заслуживает внимания предложение об увеличении штрафных санкций за уничтожение подроста до 100 р. за 1 га. Практическое значение имеют предложения по совершенствованию методики дифференциации лесных такс по поясам, древесным породам, категориям крупности и разрядам. Лесные таксы, формируемые по предложенной методике, повышаются против действующих в 1,8 раза и обеспечивают самофинансирование лесного хозяйства. При этом за счет попенной платы и суммы мобилизации собственных средств возмещаются затраты на ведение лесного хозяйства, создаются фонды экономического стимулирования и средств на оплату за фонды и трудовые ресурсы.

Рассматриваемая книга, несомненно, вызовет интерес. Правда, не со всеми утверждениями автора можно согласиться, особенно с трактовками некоторых отправных положений экономики лесного хозяйства (понятие продукции лесного хозяйства и т. п.). Тем не менее, эта книга значительно восполнит недостаточность публикаций и научных исследований по проблеме лесного дохода и ценообразования в лесном хозяйстве, будет способствовать решению практических задач организации лесохозяйственного производства на основе хозрасчета.

О. Н. Анцукевич

ЛитНИИЛХ

НЕКРОЛОГ ПАМЯТИ УЧЕНОГО

24 сентября 1988 г. исполнилось бы 75 лет Виктору Николаевичу Петри, участнику Великой Отечественной войны, Заслуженному деятелю науки и техники РСФСР, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, блестящему педагогу и исследователю, человеку широкой эрудиции.

В 1936 г. В. Н. Петри окончил Московский государственный университет. В 1940 г. он защитил кандидатскую, в 1951 г. — докторскую диссертацию и в 1955 г. утвержден в звании профессора. С 1952 г. начинается постоянная плодотворная деятельность В. Н. Петри в Уральском лесотехническом институте сначала в должности доцента, а затем профессора. С 1956 г., т. е. более 30 лет, он являлся бессменным руководителем кафедры древесиноведения и строительного дела.

Многогранны были научные интересы В. Н. Петри. Исследования В. Н. Петри в области разработки теории действия антисептиков на грибы и изыскания эффективных препаратов для противогнильной защиты древесины послужили материалами для его кандидатской и докторской диссертаций и были продолжены на кафедре под его руководством в последующие годы.

В начале 50-х годов под руководством проф. В. Н. Петри была проведена большая работа по противогнильной защите деревянных конструкций; в результате этих исследований были даны практические рекомендации по биологической и огнезащитной профилактике деревянных конструкций в зданиях и сооружениях с большим экономическим и социальным эффектом. В те же годы проф. В. Н. Петри проводил важные исследования по использованию древесины мягколиственных пород в строительстве. В результате этой работы изысканы новые возможности применения древесины мягких пород, что нашло широкое отражение в нормативных документах (в частности, в СНиП).

Важные результаты получены В. Н. Петри при разработке теории и практики сушки пиломатериалов и измельченной древесины. В этих исследованиях, наряду с чисто сушильным аспектом, очень большое внимание уделено решению таких фундаментальных для древесиноведения проблемных вопросов, как влияние повышенных температур на физико-механические свойства древесины, влияние на те же свойства внутренних напряжений (особенно остаточных), возникающих в древесине при ее высушивании, особенно витания древесных частиц в потоке воздуха, условий создания из древесных частиц псевдоожоженного (кипящего) слоя, распределения температур по толще этого слоя и др.

Много сил, энергии и изобретательности проф. В. Н. Петри приложил при разработке теории и практики комплексного и полного использования древесного сырья путем его переработки в лигноуглеводные древесные пластики (ЛУДП). На большом и разностороннем экспериментальном материале показано, что любое из известных видов древесного сырья (в том числе кора, гниющая древесина, одревесневшие остатки других отходов и др.) может быть переработано методом пьезометрической обработки в новые типы древесных пластиков.

Результаты исследований В. Н. Петри нашли отражение более чем в 350 публикациях и 10 авторских свидетельствах, а ряд работ отмечены медалями всех достоинств ВДНХ СССР. Под его руководством защищено 70 кандидатских и 2 докторских диссертации.

В. Н. Петри воспитал много поколений инженеров лесного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности. Он пользовался заслуженным авторитетом среди научных работников, производственников и студентов, большое внимание уделял патристическому воспитанию молодого поколения. Всегда простой и скромный, жизнерадостный и трудолюбивый, признанный талантливый исследователь и педагог воплотил в себе лучшие черты ученого.

Признанием заслуг в научно-педагогической деятельности В. Н. Петри явилось награждение его орденом «Знак Почета», медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина». Он награжден рядом орденов и медалей за участие в Великой Отечественной войне. Светлый образ ученого и педагога, неутомимого труженика навсегда останется в душах и сердцах учеников, товарищей и всех знавших его.

Коллектив кафедры древесиноведения
и специальной обработки древесины
Уральского лесотехнического института

СОДЕРЖАНИЕ

Н. П. Шахов. Перестройка в действии. К итогам мартовского (1989 г.) Пленума ЦК КПСС	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Е. Г. Тюрин. Смена сосны елью в связи с рубками на Европейском Севере . .	5
В. И. Варава, А. Н. Чукичев, Ю. А. Добрынин. Синтез привода лесохозяйственного машинно-тракторного агрегата с пассивным и активным рабочими органами	9
В. Р. Карамышев. Особенности конструкции и расчета двухпоточной предохранительной муфты повышенной точности срабатывания лесохозяйственных машин	13
Л. Т. Свиридов. Определение размеров и положения сетчатой поверхности обескряпывателей периодического действия	17
Г. В. Стадницкий, Ю. Л. Каптен. Пространственная структура популяций насекомых-карпобионтов в аспекте оптимизации обследования семенных баз	22
Ю. Г. Санников, А. С. Баранцев, Н. В. Береснева, Н. В. Рубцова. Морфоструктура сосновых молодняков на осмолоделянке	26

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. В. Жуков, А. Р. Гороновский, С. П. Мохов. К расчету надежности грузонесущих конструкций лесных машин	31
З. Я. Есафова, В. Д. Есафов. К вопросу применения шагающего движителя на лесосечных машинах	37
И. В. Турлай, А. С. Федоренчик, В. В. Игнатенко, Н. Н. Рысюк. Оптимальное расположение погрузочных пунктов при разработке лесосек нетрадиционной формы	40
Г. А. Прешкин, А. В. Солдатов. Моделирование специализированной раскряжевки осиновых и березовых хлыстов	43
Г. М. Анисимов, О. А. Михайлов, А. Я. Перельман. Оптимизация рейсовой нагрузки трелевочного трактора	48
Н. В. Матишин. Определение остаточной работоспособности несущих канатов многопролетных канатных лесотранспортных установок в процессе эксплуатации	53

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

С. М. Плотников, П. Нимц. Влияние технологических параметров на скорость распространения ультразвука в древесностружечной плите	57
Н. М. Агабеков. Определение влажности по диаграмме кинетики разбухания древесины	60
Н. Д. Денеш, Ю. Ю. Славик. О роли сучков в механизме разрушения при изгибе дощатых элементов разной влажности	63
А. В. Якубовский, И. И. Хромчак, И. Н. Гончар, А. Д. Пристая. Совершенствование эпоксидно-фенольной связки абразивного инструмента	68
В. В. Харитонов, Б. Г. Стародубец. Метод оценки надежности автоматизированной сортировки круглых лесоматериалов	71
Л. М. Ковальчук, А. В. Балтрушайтис. Влияние дефектов древесины на прочность клееных конструкций	76
Е. С. Богданов, И. Г. Рябокобыленко, Л. А. Янковский. Метод прогнозирования влажности пиломатериалов в процессе сушки по массе штабеля	80

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Р. Т. Гут, Г. Т. Криницкий. Химический состав монотерпенов, как показатель географической изменчивости сосны обыкновенной	85
---	----

Л. И. Бельчинская, Л. В. Краснобаярова, В. Т. Мезенцева. Избирательность адсорбции летучих компонентов полиэфирного лака глинистыми сорбентами	88
Л. И. Ганзюк, Н. А. Бусова, П. П. Прох, Е. М. Евланова. Модификация и применение технических лигносульфонатов в клеящих композициях взамен крахмала	90
Б. П. Ерыхов, М. Г. Крымер, А. С. Головков, А. В. Морев, М. А. Пилия. Влияние взаимодействия целлюлозного субстрата с водными растворами полиэлектролита на эксплуатационные свойства бумаги — основы электрографической бумаги	94
Н. Л. Шишкин, Н. С. Ерошин, Р. А. Степень. Оптимальные условия отгонки пихтового масла	98

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

В. К. Резанов. Оценка эффективности основных направлений использования лиственницы на Дальнем Востоке	102
Г. П. Бутко. Структурно-динамический метод оценки научно-технического прогресса (НТП)	104
П. Жуковски. Интегрированная система автоматизированной обработки данных для целей управления на уровне мебельного предприятия	107
П. С. Гейзлер. Экономико-математическая модель внутрирайонного размещения производства гидролизных кормовых дрожжей	113

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

В. Н. Трофимов. К оценке средних популяционных показателей насекомых-ксилофагов на уровне дерева	117
А. П. Панычев. Метод определения энергосиловых показателей движения транспортной системы машина — пачка леса — роспуск	119
В. А. Шамаев, С. А. Бурлов, Л. Н. Сметанина. Влияние температуры на твердость прессованной древесины	120
В. Д. Денисламов, С. П. Санников. О световой дефектоскопии древесины, основанной на ее спектральных характеристиках	122
С. С. Ефимов. Камерная сушка сувенирных изделий из древесины	123
С. А. Лудников, Н. И. Богданович. Стабилизация систем биологической очистки сточных вод с помощью сорбента из шлам-лигнина	126
С. Ю. Абсеитов. Способ подготовки шишкоягод арчи к механизированной переработке	128

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

В. А. Кучерявый. Формирование экологического мышления будущих специалистов	130
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Н. И. Федоров. Книга о соках лиственных деревьев	134
О. Н. Анцукевич. Нужная книга по лесному доходу	135

НЕКРОЛОГ

Коллектив кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины Уральского лесотехнического института. Памяти ученого	137
--	-----

Рефераты	142
--------------------	-----

CONTENTS

<i>N. P. Shakhov</i> . Perestroika in action. To Sum up the march 1989 Plenum of the CPSU Central Committee	3
---	---

FORESTRY

<i>E. G. Tyurin</i> . Replacement of Pine with Spruce in Connection with Felling in the European North	5
<i>V. I. Varava, A. N. Chukichev, Yu. A. Dobrynin</i> . Design of Drive of Forestry Machine and Tractor Assembly Having Passive and Active Operating Aggregates	9
<i>V. R. Karamyshev</i> . Peculiarities of Construction and Calculation of Two-Flow Slip Clutch of Higher Precision Operation of Forestry Machines	13
<i>L. T. Sviridov</i> . Determination of Dimensions and Grid Surface Position of Batch — Operated Dewingers	17
<i>G. V. Stadnitsky, Yu. L. Kapten</i> . Spatial Cone-and-Seed Insect Population Structure in Seed Base Sampling Optimization	22
<i>Yu. G. Sannikov, A. S. Barantsev, N. V. Beresneva, N. V. Rubtsova</i> . Infrastructure of Young Pine Stands at Resinous Wood Plot	26

FOREST EXPLOITATION

<i>A. V. Zhukov, A. R. Goronovsky, S. P. Mokhov</i> . On Calculation of Load-Bearing Construction Reliability of Forestry Machines	31
<i>Z. Ya. Esafova, V. D. Esafov</i> . On Application of Walking Propulsion Unit in Wood Felling Machines	37
<i>I. V. Turlay, A. S. Fedorenchik, V. V. Ignatenko, N. N. Rysyuk</i> . Optimal Location of Loading Points at Inconventional Cutting Areas	40
<i>G. A. Preshkin, A. V. Soldatov</i> . Modelling of Specialized Bucking of Aspen and Birch Stems	43
<i>G. M. Anisimov, O. A. Mikhailov, A. Ya. Perelman</i> . On the optimization of Skidding Tractor Load	47
<i>N. V. Matiishin</i> . Determination of Upper Ropes' Remaining Capacity for Work of Multispan Cable Wood Transport Installations	53

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

<i>S. M. Plotnikov, P. Nimts</i> . Influence of Technological Parameters on Ultrasound Spread Velocity in Particle Boards	57
<i>N. M. Agabekov</i> . Moisture Content Determination by Wood Swelling Kinetics Diagram	60
<i>N. D. Denesh, Yu. Yu. Slavik</i> . On Role of Knots in Failure Mechanism when Bending Board Members of Different Moisture Content	63
<i>A. V. Yakubovsky, I. I. Khromchak, I. N. Gonchar, A. D. Pristaya</i> . Improvement of Epoxido-Phenol Binding of Grinding Tools	68
<i>V. V. Kharitonov, B. G. Starodubets</i> . Method of Reliability Evaluation of Automated Grading of Round Wood	71
<i>L. M. Kovalchuk, A. V. Baltrushaitis</i> . Influence of Wood Defects on Glued Structures Strength	76
<i>E. S. Logdanov, I. G. Ryabokobylenko, L. A. Yankovsky</i> . Method of Lumber Moisture Content Forecasting in Pile Mass Drying Process	80

CHEMICAL WOODWORKING

<i>R. T. Gut, G. T. Krinitsky</i> . Monoterpene Chemical Composition as Index of Common Pine Geographic Variation	85
---	----

<i>L. I. Belchinskaya, L. V. Krasnoboyarova, V. T. Mezentsseva.</i> Adsorption Selectivity of polyether vanish Light Constituents by Means of Clayish Sorbents	88
<i>L. I. Ganzjuk, N. A. Busova, P. P. Prokh, E. M. Evlanova.</i> Modification and Substitution of Industrial Lignosulfonates for Starch in Gluing Compositions	90
<i>B. P. Erykhov, M. G. Krymer, A. S. Golovkov, A. V. Morev, M. A. Piliya.</i> Effect of Pulp Substrate Interaction with Aqueous Polyelectrolyte Solution on Operational Properties of Paper — Electrographic Paper Bases	94
<i>N. L. Shishkin, N. S. Eroshin, R. A. Stepen.</i> Optimal Conditions of Fir Oil Stripping	98

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>V. K. Rezanov.</i> Efficiency Evaluation of Principal Trends of Larch Wood Utilization in the Far East	102
<i>G. P. Butko.</i> Structural Dynamic Method for Evaluating Scientific and Technological Progress	104
<i>P. Zhukovsky.</i> Integrated System of Automated Data Processing for Management at Level of Furniture Enterprise	107
<i>P. S. Geizler.</i> Economico-mathematical Model of In-Region Arrangement of Hydrolysis Fodder Yeast Manufacture	113

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>V. N. Trofimov.</i> On Evaluation of Mean population Density of Stem Pest Insects on Level of Tree-Insects Interaction	117
<i>A. P. Panychev.</i> Method of Power Movement Indices Determination of Transport "Machine — Bunched Trees — Debunching" System	119
<i>V. A. Shamaev, S. A. Burlov, L. N. Smetanina.</i> Temperature Effect on Compressed Wood Hardness	120
<i>V. D. Denislavov, S. P. Sannikov.</i> On Wood Light Defectoscopy Based on its Spectrum Attributes	122
<i>S. S. Efimov.</i> Kiln Drying of Souvenir wood Articles	123
<i>S. A. Ludnikov, N. I. Logdanovich.</i> Stabilization of Biological Waste Water Treatment Systems By Means of Sludge-Lignin Sorbent	126
<i>S. Yu. Abseitov.</i> Method of Preparation of Cone-Berry Archy Mechanized Processing	128

FROM VUSES' LIFE

<i>V. A. Kucheryavyy.</i> Eormation of Ecology Thinking of Future Specialists	130
---	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>N. I. Fedorov.</i> Book on Hardwood Species Juice	134
<i>O. N. Antsukevich.</i> Necessary Book of Eorest Profit	135

OBITUARIE

<i>Staff of Woodscience and Special Technology of Wood Department of the Urals Forest Engineering Institute.</i> In Memory of Scientist	137
---	-----

<i>Précis</i>	142
-------------------------	-----

РЕФЕРАТЫ:

Перестройка в действии. ШАХОВ Н. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 3—4.

УДК 630*226

Смена сосны елью в связи с рубками на Европейском Севере. ТЮРИН Е. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, с. 5—8.

По материалам лесоустройства 1908, 1928, 1965 гг. на площади более 14 тыс. га в Архангельской области прослежена динамика смены зеленомошных сосняков на супесчаных почвах ельниками после выборочных рубок. По группам типов леса изучены результаты восстановления сосняков после сплошных рубок на площади 110 тыс. га в Коми АССР. Рассмотрены задачи лесоустройства в повышении продуктивности северных лесов. Табл. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630*:629.114.2.001.5

Синтез привода лесохозяйственного машинно-тракторного агрегата с пассивным и активными рабочими органами. ВАРАВА В. И., ЧУКИЧЕВ А. Н., ДОБРЫНИН Ю. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 9—13.

Рассмотрена последовательность проведения синтеза привода лесохозяйственных МТА: вначале одномерной модели с помощью матриц переноса, а затем двухмерной — посредством блоков связей. Получены зависимости для определения оптимальных параметров трансмиссии рассматриваемых типов МТА. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 621.825:630*:65.011.54

Особенности конструкции и расчета двухпоточной предохранительной муфты повышенной точности срабатывания лесохозяйственных машин. КАРАМЫШЕВ В. Р. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 13—17.

Приведены конструктивная схема, принцип действия, некоторые силовые характеристики, рекомендации по расчету и экспериментальные исследования новой двухпоточной предохранительной муфты с коническими поверхностями трения, обладающей повышенной точностью срабатывания. Ил. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*232.315.4

Определение размеров и положения сетчатой поверхности обескряливателей периодического действия. СВИРИДОВ Л. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 17—21.

Приведены результаты экспериментальных исследований, позволяющие определять наилучшие размеры и положение сетчатой поверхности обескряливателей периодического действия. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 591.52:578.087.1.632.913

Пространственная структура популяций насекомых-карпобий в аспекте оптимизации обследования семенных баз. СТАДНИЦКИЙ Г. В., КАПТЕН Ю. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 22—26.

Проанализирована структура популяций вредителей семян хвойных пород при помощи индексов агрегированности. Исследованы различные варианты выборки для получения максимально достоверных оценок численности насекомых и заселенности ими шишек. Установлено, что рандомизированные принципы взятия учетных проб дают более точные оценки генеральной совокупности, но трудо-

емки. Подтверждена целесообразность взятия шишек с определенного числа деревьев в зависимости от их урожая. Табл. 3. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*5:581.552:630*242

Морфоструктура сосновых молодняков на осмолотелях. САННИКОВ Ю. Г., БАРАНЦЕВ А. С., БЕРЕСНЕВА Н. В., РУБЦОВА Н. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 26—30.

В вересково-лишайниковых сосновых молодняках наиболее продуктивной биогруппы, имеющие нормальное строение по высоте и диаметру. Поэтому лесохозяйственные мероприятия необходимо осуществлять с учетом морфоструктуры молодняков. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 629.114.2:624.04

К расчету надежности грузонесущих конструкций лесных машин. ЖУКОВ А. В., ГОРОНОВСКИЙ А. Р., МОХОВ С. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 31—37.

Приведена методика прогнозирования устойчивой долговечности грузонесущих конструкций лесных машин на стадии проектирования, основанная на использовании преимуществ МКЭ и методов статистической динамики. В качестве примера дана оценка устойчивой долговечности несущей системы прицепа-ропука лесовозного автопоезда. Ил. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 629.1.033.2

К вопросу применения шагающего движителя на лесосечных машинах. ЕСАФОВА З. Я., ЕСАФОВ В. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 37—39.

Приведены аналитические исследования, показывающие значительное снижение энергоемкости лесосечных машин с шагающим движителем. Предложена компоновка шагающего движителя для многооперационных лесосечных машин. Ил. 2.

УДК 630*32.001.24

Оптимальное расположение погрузочных пунктов при разработке лесосек нетрадиционной формы. ТУРЛАЙ И. В., ФЕДОРЕНЧИК А. С., ИГНАТЕНКО В. В., РЫСЮК Н. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 40—43.

Предложена методика расчетов оптимального расположения погрузочных пунктов для лесосек трех- и четырехугольной формы по критерию грузовой работы. Ил. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*323.4.001.57

Моделирование специализированной раскряжевки основных и березовых хлыстов. ПРЕШКИН Г. А., СОЛДАТОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 43—48.

Приведены формулы для расчета ресурсов сортиментов основных типов размеров при специализированной раскряжке основных и березовых хлыстов различной крупности и качества. Формулы использованы в оптимизационных расчетах на ЭВМ сортиментных планов для предприятий лесопромышленного объединения. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*375.4

Оптимизация рейсовой нагрузки трелевочного трактора. АНИСИМОВ Г. М., МИХАЙЛОВ О. А., ПЕРЕЛЫНКО В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 48—52.

Предложен метод определения оптимальной рейсовой нагрузки трелевочных тракторов с учетом условий эксплуатации. Приведен пример использования расчетной схемы метода для трактора ТДТ-55М. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*377.21

Определение остаточной работоспособности несущих канатов многопролетных канатных лесотранспортных установок в процессе эксплуатации. МАТИЙШИН Н. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 53—56.

На основании анализа хода появления обрывов проволок на прядях канатов в процессе эксплуатации получены коэффициенты остаточной работоспособности, позволяющие определить количество древесины, которое можно перевезти по несущему канату, имеющему известное число обрывов проволок. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.815-41

Влияние технологических параметров на скорость распространения ультразвука в древесностружечной плите. ПЛОТНИКОВ С. М., НИМЦ П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 57—60.

Экспериментально установлена зависимость между скоростью ультразвуковых колебаний в древесностружечной плите и важнейшими технологическими параметрами, определяющими профиль плотности плиты. Ил. 5. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 691.11:674.048

Определение влажности по диаграмме кинетики разбухания древесины. АГАБЕКОВ Н. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 60—63.

Для определения влажности пропитанной маслянистым антисептиком древесины предложен способ, базирующийся на зависимости влажностных деформаций от связанной влаги. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 691.11:539.384

О роли сучков в механизме разрушения при изгибе допатых элементов разной влажности. ДЕНЕШ Н. Д., СЛАВИК Ю. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 63—68.

Приведены методика и результаты экспериментально-теоретического исследования напряженно-деформированного состояния и прочности изгибаемого деревянного элемента с сучком в растянутой зоне при влажности 12 и 30%. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 621.922

Совершенствование эпоксидно-фенольной связки абразивного инструмента. ЯКУБОВСКИЙ А. В., ХРОМЧАК И. И., ГОНЧАР И. Н., ПРИСТАЯ А. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 68—71.

Разработан оптимальный состав эпоксидного увлажнителя абразивного зерна, используемого при изготовлении шлифовального инструмента для обработки древесины, древесных и других материалов. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 62-791.8:674.038.6

Метод оценки надежности автоматизированной сортировки круглых лесоматериалов. ХАРИТОНОВ В. В., СТАРОДУБЕЦ Б. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 71—76.

Приведены результаты теоретического анализа автоматизированного процесса сортировки круглых лесоматериалов с точки зрения обеспечения требований к надежности функционирования системы управления. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 691.116

Влияние дефектов древесины на прочность клееных конструкций. КОВАЛЬЧУК Л. М., БАЛТРУШАЙТИС А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 76—80.

Установлено влияние взаимного поддерживающего действия склеенных слоев на распределение напряжений в окослосучковой зоне и зависимость длительной прочности многослойных элементов конструкций от качества древесины. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*812

Метод прогнозирования влажности пиломатериалов в процессе сушки по массе штабеля. БОГДАНОВ Е. С., РЯБОВОБЫЛЕНКО И. Г., ЯНКОВСКИЙ Л. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 80—84.

Приведены результаты опытных сушек пиломатериалов на экспериментальной установке, подтверждающие удовлетворительную точность разработанного метода прогнозирования. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*181

Химический состав монотерпенов как показатель географической изменчивости сосны обыкновенной. ГУТ Р. Т., КРИНИЦКИЙ Г. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 85—88.

Установлено, что монотерпеновые масла сосны — сложная многокомпонентная смесь, качественный состав которой идентичен как в хвое, так и побегах и не зависит от географического происхождения семян. Табл. 2. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 541.183:628.51

Избирательность адсорбции летучих компонентов полиэфирного лака глинистыми сорбентами. БЕЛЬЧИНСКАЯ Л. И., КРАСНОБОЯРОВА Л. В., МЕЗЕНЦЕВА В. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 88—90.

Оценено влияние природы адсорбентов ацетона, бутилацетата; стирола, являющихся летучими компонентами полиэфирного лака, на степень их улавливания природными глинистыми сорбентами, палыгорскитом, клиноптилолитом и монтмориллонитом. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 677.21.023.758.04

Модификация и применение технических лигносульфонатов в клеющих композициях взамен крахмала. ГАНЗЮК Л. И., БУСОВА Н. А., ПРОХ П. П., ЕВЛАНОВА Е. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 90—94.

Найдено, что лигносульфонаты — технологически и экономически эффективные заменители крахмала, а также ряда синтетических и природных материалов, используемых в качестве клеющих ингредиентов в различных клеющих композициях. Табл. 1. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 676.481

Влияние взаимодействия целлюлозного субстрата с водными растворами полиэлектролита на эксплуатационные свойства бумаги — основы электрографической бумаги. ЕРЫХОВ Б. П., КРЫМЕР М. Г., ГОЛОВКОВ А. С., МОРЕВ А. В., ПИЛИЯ Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 94—98.

Анализ электропроводных свойств бумаги основывался на том, что для достижения поверхностной электропроводности необходимо, чтобы полиэлектролитное покрытие формировалось на поверхности целлюлозного субстрата при минимальной массе наносимого полиэлектролита. Ил. 3.

УДК 630*866.1

Оптимальные условия отгонки пихтового масла. ШИШКИН Н. Л., ЕРОШИН Н. С., СТЕ-

ПЕНЬ Р. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 98—101.

Исследована зависимость и найдены математические выражения выхода эфирного масла из древесной зелени пихты сибирской от температуры рабочего пара, объема флорентинной воды и продолжительности отгонки. Установлено, что максимальное количество масла отгоняется при 121°C. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.003.13 (571.6)

Оценка эффективности основных направлений использования ливневых вод на Дальнем Востоке. РЕЗАНОВ В. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 102—104. Обосновано, что наиболее предпочтительно использование ливневых вод для производства фанеры и ДСП. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 338.26

Структурно-динамический метод оценки научно-технического прогресса (НТП). БУТКО Г. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 104—107.

На примере производства комплектов деталей деревянной ящичной тары оценена структура мероприятий по направлениям НТП. Уточнены приоритеты каждого направления. Установлен вид динамического норматива на базе тенденций экономического развития. Определены ранги ускорений показателей на основе динамического норматива и фактического распределения. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 658.1:684

Интегрированная система автоматизированной обработки данных для целей управления на уровне мебельного предприятия. ЖУКОВСКИЙ П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 107—113.

Обсуждена конструкция интегрированной системы автоматизированной обработки данных, имеющая ряд преимуществ по сравнению с системами однопоточными (частными). Ил. 4. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 338.26:630*863

Экономико-математическая модель внутрирайонного размещения производства гидролизных кормовых дрожжей. ГЕИЗЛЕР П. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 113—116.

Рассмотрены факторы размещения внутри районов производства гидролизных кормовых дрожжей, на базе анализа которых предложена экономико-математическая модель. Указаны особенности подготовки и решения этой задачи на ЭВМ. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*453.001

К оценке средних популяционных показателей насекомых-ксилофагов на уровне дерева. ТРОФИМОВ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 117—118.

На примере расчета средней плотности поселения малого соснового лубоеда показано, что средние оценки популяционных показателей насекомых-ксилофагов на уровне дерева, определяемые на основе выборочных методов учета, следует вычислять с учетом статистического веса площадей поселения насекомых на стволах. Средние из плотностей поселения на палетках или на модельных деревьях дают заниженные оценки на 40% и более, особенно при небольшом фактическом материале. Ил. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 629.1-43.001.2

Метод определения энергосиловых показателей движения транспортной системы машины — пачка леса — роспуск. ПАНЫЧЕВ А. П.

Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 119—120.

Разработан и испытан метод экспериментального определения энергосиловых показателей движения транспортной системы. Он воспроизводит естественные условия эксплуатации.

УДК 674.812

Влияние температуры на твердость прессованной древесины. ШАМАЕВ В. А., БУРЛОВ С. А., СМЕТАНИНА Л. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 120—121.

Установлено, что модифицированная древесина сохраняет свою твердость при термообработке в течение 100 ч. в интервале 100...145°C. При 160 и 180°C твердость снижается после 20 ч. обработки. Отмечается некоторый рост твердости в диапазоне температур 100...180°C в первые часы обработки. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*852:543.42

О световой дефектоскопии древесины, основанной на ее спектральных характеристиках. ДЕНИСЛАМОВ В. Д., САННИКОВ С. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 122—123.

Приведены результаты исследований различных пороков и здоровой древесины на спектрофотометре СФ-10. На основании полученных данных изготовлен лабораторный вариант устройства для определения пороков древесины. Ил. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.047.45

Камерная сушка сувенирных изделий из древесины. ЕФИМОВ С. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 123—125.

Результаты опытов показали, что камерная сушка сувениров позволяет сократить продолжительность процесса в 24 раза при одновременном значительном сокращении брака. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 628.35:628.336.79

Стабилизация систем биологической очистки сточных вод с помощью сорбента из шлам-лигнина. ЛУДНИКОВ С. А., БОГДАНОВИЧ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 126—128.

Показано, что введение сорбента повышает устойчивость процесса при резких изменениях состояния активного ила. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*232.312

Способ подготовки шишкоягод арчи к механизированной переработке. АБСЕИТОВ С. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 128—130.

Рассмотрены вопросы подготовки шишкоягод к механизированной переработке машинной МИС-0.2, с практическим использованием формул для измерения влажности шишкоягод. Применение этого способа увеличивает степень извлечения семян из шишкоягод арчи до 98%. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 378:630*(477.83)

Формирование экологического мышления будущих специалистов. КУЧЕРЯВЫЙ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 131—134.

УДК 630*284.4(049.3)

Книга о соках лиственных деревьев. ФЕДОРОВ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 135—136.

УДК 630*79:658.155.2(049.3)

Нужная книга по лесному доходу. АНЦУКЕВИЧ О. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1989, № 3, с. 136—137.

0252
ИЗБ 2

ISSN 0536—1036

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

3

1989

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений.

Статьи, представляемые в журнал, следует оформлять в соответствии с ГОСТом 19698—74 «Рукопись авторская для издания». Статьи не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста, превышающие указанный объем к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера должны быть не более 3 страниц. Над названием статьи следует представлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) на русском и английском языках и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке 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 в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

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

упоминаемые в тексте статьи в первый раз, нужно писать полностью (указав в скобках 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. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылка 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 должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом 7.1—84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления» и содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы, и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры: должны быть написаны дата отправки рукописи, полные имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации (не более трех, рисунки под литерами считаются за отдельные рисунки) представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне

должны быть указаны его порядковый номер и фамилия, имя и отчество автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанном на машинке.

Вкладыши должны быть приложены к рукописи в виде аннотация и рекоменда-

ции. Авторы не должны возвращать авторам рукописи статьи с требованиями изложения и более актуальными.

Авторы не имеют право производить соционные изменения рукописей статей авторам, как таковых.

В течение 10 оттисков исключением публикаций (афиш и хроник).

«СОВРЕМЕННАЯ ВЫСШАЯ ШКОЛА»
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАН
СОВЕТСКАЯ РЕДАКЦИЯ

«CONTEMPORARY HIGHER EDUCATION»
INTERNATIONAL EDUCATIONAL JOURNAL OF SOCIALIST COUNTRIES
EDITORIAL OFFICE IN THE SOVIET UNION

105318. Москва. Е-318
Измайловское шоссе, 4

4, Izmailovskoe shosse
Moscow 105318
Phone: 369-58-73

№

Журнал «Современная высшая школа» — это международный орган социалистических стран. Он издается на русском, испанском и вьетнамском языках, распространяется в 63 государствах и 20 международных организациях.

Журнал представляет собой открытую трибуну, где выступают преподаватели, деятели образования, науки и культуры различных стран мира.

В фокусе журнала — мировые тенденции развития высшей школы, узловые проблемы обучения, воспитания и исследований.

Журнал «Современная высшая школа» принимает к публикации статьи, освещающие актуальные проблемы перестройки высшей школы, научной, педагогической и общественной жизни коллективов вузов.

Статьи представляются, как правило, на русском языке, в трех экземплярах, с краткой аннотацией на английском и русском языках, в машинописном виде (на одной стороне листа через два интервала), с подстрочными постраничными ссылками в соответствии с действующими стандартами. Чертежи, рисунки, схемы, графики выполняются в трех экземплярах на плотной белой бумаге или на кальке, фотографии на белой глянцевой фотобумаге. Непосредственно на рисунках должны быть только номера с их расшифровкой в подрисуночном тексте. Желательно, чтобы объем статей не превышал одного печатного листа (22 страницы), рецензий и информации — 12 страниц (одновременно в редакцию направляется рецензируемая книга).

В редакцию представляется также справка об авторе (авторах) в которой необходимо полностью указать фамилию, имя, отчество, место работы и должность, ученую степень и звание, адрес, домашний и служебный телефоны.

Журнал стремится средствами печатного слова утверждать новое социально-педагогическое и культурно-образовательное мышление, отвечающее реальностям приближающегося XXI века.

Советская редакция журнала «Современная высшая школа» заинтересована в расширении как авторского актива, так и читательской аудитории журнала. Нашим автором может стать каждый, представивший статью международного класса.

«СОВРЕМЕННАЯ ВЫСШАЯ ШКОЛА»

Это международный журнал социалистических государств, распространяемый в 63 странах и 20 международных организациях, издаваемый на русском, испанском, вьетнамском языках.

Это открытая трибуна, где выступают видные ученые, педагоги и деятели высшего образования мира.

Это профессиональный журнал работников высшей школы, где они найдут перспективные идеи, лучший опыт, новейшую информацию.

Это форум нового социально-педагогического и культурно-образовательного мышления.

ЭТО ВАШ ЖУРНАЛ

Спешите оформить на него подписку! Она принимается всеми отделениями связи и агентства «Союзпечать» с 1 июля по 1 сентября.

Цена годовой подписки — 18 рублей, индекс журнала — 37616.

Оформив подписку, Вы получите в 1990 году не просто четыре номера «Современной высшей школы» общим объемом 60 печатных листов, — Вы приобретаете ключи к перестройке высшего образования.