

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

2

1988

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), проф. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), проф. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), проф. Н. М. Белая, доц. Е. М. Боровиков, проф. Ю. Г. Бутко, доц. П. И. Войчалъ, проф. И. В. Воронин, проф. И. И. Гусев, проф. Ю. Я. Дмитриев, доц. Г. Л. Дранишников, проф. Р. Е. Калитеевский, проф. В. Г. Кочегаров, проф. Э. Д. Левин, проф. П. Н. Львов, проф. Н. В. Маковский, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Р. Родин, проф. П. С. Серговский, проф. Ю. Д. Силуков, проф. Н. И. Федоров, проф. В. В. Щелкунов.

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. Журнал издается с 1957 года. Выходит 6 раз в год.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 2

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

Сдано в набор 19.01.88. Подписано в печать 29.03.88. Ст. 01307.
Форм. бум. 70 × 108^{1/16}. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,955. Уч.-изд. л. 15,46. Тираж 1680 экз. Заказ 2310. Цена 1 р. 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

ОТ КОЛИЧЕСТВА К КАЧЕСТВУ

17—18 февраля 1988 г. в Москве состоялся очередной Пленум ЦК КПСС. Он рассмотрел вопрос «О ходе перестройки средней и высшей школы и задачах партии по ее осуществлению». Доклад сделал секретарь ЦК КПСС Е. К. Лигачев. На Пленуме с большой речью «Революционной перестройке — идеологию обновления» выступил Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев. Пленум рассмотрел ход реализации реформы всей системы образования в нашей стране и принял развернутые постановления по докладу Е. К. Лигачева и речи М. С. Горбачева.

Пленум констатировал, что «глубина и темпы преобразований в средней и высшей школе не отвечают потребностям общества на новом этапе перестройки». На всех важнейших направлениях реформы «подвижки пока незначительны».

Проблемы возникли во всех звеньях системы образования, подготовки и переподготовки кадров. Особую озабоченность вызывает состояние среднего образования — основы всех других форм. Для высшей школы это обернулось снижением подготовленности абитуриентов и студентов первого курса.

Не секрет, что в лесотехнические вузы попадает далеко не лучшая часть выпускников средней школы. В условиях неоправданно большой численности приема снизился или даже отсутствует конкурс. В итоге многие факультеты оказались укомплектованными очень слабым составом первокурсников. Логическим следствием стали большой отсев, нестабильность контингента, снижение требовательности к студенту.

Медленно улучшалась материально-техническая база лесных вузов. Их профессорско-преподавательский состав не сумел улучшением своей работы компенсировать снижение уровня школьной подготовки студентов. В результате качество подготовки инженеров не только не повысилось, но порой стало ниже.

Справедливо сказано, что на высшей школе лежит большая доля вины за застойные явления в производстве и всей общественной жизни страны: ведь все командные посты, начиная с начальников цехов, занимают люди с высшим образованием. В лесной промышленности и лесном хозяйстве одна из главных причин хронического отставания — низкая квалификация основной массы инженерных кадров. И повинны в этом не только вузы, но и само производство.

Образуется круг. Сильный выпускник средней школы не идет в лесные вузы, так как лесное производство не привлекает его ни высоким техническим уровнем, ни радушием к будущему молодому специалисту; в наши вузы поступают относительно слабые абитуриенты. Вузы, недостаточно технически оснащенные, не согреты вниманием министерств и ведомств — «потребителей» инженерных кадров, работают в условиях большой перегрузки преподавателей из-за многочисленности нового приема. Из слабого первокурсника не получается хороший инженер. С инженерным корпусом невысокой квалификации лесные отрасли прогрессируют медленно, не «зарабатывают» достаточно средств на социальные нужды. Производство и быт в них по своему уровню не только не сближаются с ведущими отраслями, но еще более отстают. Привлекательность работы инженера лесной специальности еще более снижается. Круг замкнулся.

Разумеется, и в производстве, и в вузах есть примеры выхода из этого круга. В профиле, да и в условиях работы инженера лесного хозяйства, технолога по сухопутному и водному транспорту леса, в химических и других специальностях молодежь видит возможность трудиться на природе, ради природы, включиться в решение острых проблем ее охраны и т. д. Работа на современном лесопильно-деревообрабатывающем комбинате ничем не хуже, чем на машиностроительном заводе. Однако факторов, «отпугивающих» абитуриента, не наделенного романтическим видением, не ищущего трудных путей, много.

С этой непривлекательностью вступают в явное противоречие высокие цифры приема на I курс. Сейчас уже очевидна несостоятельность Госплана надежно устанавливать потребность в специалистах. В прежних условиях хозяйствования предприятия и стоящие над ними органы отраслевого управления безответственно завышали потребность в инженерах, дабы их не обвинили в недооценке проблемы кадров. Теперь очевидно перепроизводство инженеров по стране в целом. И лесных специалистов выпущено достаточно, может быть, с избытком. Если на инженерных должностях часто все еще сидят (именно сидят) практики, то причина здесь та же: выпускники лесных вузов не закрепляются в лесхозах, леспромхозах, ЛДК. К тому же, существующая у нас в стране система позволяет считать специалистом с высшим образованием того, кто с дипломом технолога занимает должность экономиста, с лесным дипломом работает на хлебозаводе и т. д.

В условиях полного хозрасчета, ожидаемой «платности» специалиста возможен крах в другую сторону: окажется, что специалистов нужно совсем немного. Но в

целом новые условия открывают большие возможности. Надо быстрее разобраться в новой ситуации, решительно освободиться от старых количественных, «валовых» подходов, взять четкий курс на крутое повышение качества подготовки специалистов.

«Думаю, было бы неправильно сейчас, на Пленуме,— сказал М. С. Горбачев,— определять все конкретные пути, по которым пойдет обновление системы образования. Это — дело непростое. Здесь свое решающее слово должны сказать широкая общественность и прежде всего — специалисты: учителя, преподаватели, ученые. Пусть решения нашего Пленума станут политической рекомендацией партии учительству, которое готовится к своему очередному съезду. Пусть об этом подумают и работники высшего и среднего специального образования. Несомненно, что именно такой подход будет в духе демократизации, в духе перестройки».

Важнейшим направлением в деле повышения качества специалистов станет реализация опубликованного 26 февраля 1988 г. постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О перестройке системы повышения квалификации и переподготовки руководящих работников и специалистов народного хозяйства». Предстоит уже в двенадцатой пятилетке перейти от периодического к непрерывному обучению кадров, для чего создать единую государственную систему, включая мобильную и гибкую сеть учебных заведений и различные формы непрерывного производственно-экономического обучения непосредственно на предприятиях и в организациях. В постановлении подчеркнуто, что в этих целях предстоит в полной мере использовать потенциал высших учебных заведений.

Вводится квалификационный аттестат единого образца как основной документ, удостоверяющий профессиональный уровень работника. От этого уровня будут зависеть должностные перемещения, размер зарплаты, авторитет руководителей и специалистов.

Постановление устанавливает семь основных видов обучения в системе повышения квалификации и переподготовки кадров, в том числе стажировку в вузах, обучение в целевой аспирантуре и докторантуре по темам, интересующим предприятия, получение новой специальности. Все это выдвигает перед вузами сложные задачи, требующие быстрой организации и решения.

ЦК КПСС и Совет Министров СССР признали необходимым усилить роль Минвуза СССР в проведении единой государственной политики в области повышения квалификации и переподготовки руководящих работников и специалистов, возложив на него организационно-методическое руководство системой повышения квалификации и переподготовки кадров, определение основных направлений ее развития и совершенствования, государственное инспектирование всех видов непрерывного обучения кадров, координацию работы учебных заведений, контроль за содержанием и качеством учебного процесса.

Ряду государственных комитетов и ведомств даны рекомендации по оказанию вузам материальной и другой необходимой помощи, всемерному сотрудничеству. Уже с 1988 г. отношения вузов и предприятий по поводу повышения квалификации будут переведены на условия хозрасчета.

Осуществление этой важнейшей программы пойдет параллельно с основной работой вузов по подготовке и воспитанию молодых специалистов. Необходимо обеспечить между ними тесную взаимосвязь. Повышение квалификации и переподготовка — обязательные спутники научно-технического прогресса. Эффективность их будет тем выше, чем лучше, основательнее, фундаментальнее подготовлен молодой инженер.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*232.326.1

ВЛИЯНИЕ ОБРЕЗКИ КОРНЕЙ
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ ДУБА КРАСНОГО

М. И. КАЛИНИН, О. З. ЯЦЮК

Львовский лесотехнический институт

Известно, что приживаемость и рост культур во многом зависят от степени развития корневых систем сеянцев [1, 2]. Одним из приемов формирования хорошо развитой подземной части растений является подрезка корней. Несмотря на то, что этот технологический прием получил широкое практическое применение, влияние его на формирование корневых систем многих пород изучено недостаточно.

Влияние подрезки на качественные показатели растущих сеянцев дуба красного нами исследовано в лесном питомнике учебно-производственного лесхоззага ЛЛТИ.

Почва питомника дерново-слабоподзолистая супесчаная на флювиогляциальных песчаных отложениях, характеризуется невысоким содержанием гумуса в пахотном горизонте (2,5 %), низкой обеспеченностью обменным калием (6,6 мг на 100 г почвы) и подвижными формами фосфора (15 мг на 100 г почвы). Гидролитическая кислотность почв очень низкая (0,3 ммоль на 100 г почвы) при высокой сумме поглощенных оснований (16,6 ммоль на 100 г почвы), что свидетельствует о значительном изменении агрохимических свойств, присущих данному типу почвы.

Исследования выполняли по следующей схеме. Интенсивность накопления органической массы определяли для сеянцев после первого и второго года выращивания. Влияние обрезки устанавливали сравнением биометрических показателей 2-летних сеянцев, выращенных без обрезки и с обрезкой корней, выполненной острой лопатой на глубину 10...12 см в начале второго года вегетации.

По окончании вегетационного периода во всех вариантах опытов сеянцы выкапывали, отмывали, корни каждого сеянца расчленили на стержневой и боковые (корни II—IV порядков). Измеряли биометрические показатели надземной и подземной частей сеянцев, устанавливали абс. сухую массу этих частей. В каждом варианте выращивали по 10...15 растений, по ним выводили средние показатели. Проведена статистическая обработка материалов.

К концу первого года вегетации сеянцы (вариант 1) имели хорошо развитый ассимиляционный аппарат — значительную высоту стволика ($24,7 \pm 1,4$; $c = 17,9$; $p = 5,7$ %) и достаточное число листьев ($5,4 \pm 0,5$; $c = 29,2$; $p = 9,2$ %) — табл. 1. Корневая система сеянцев формировалась довольно интенсивно: одновременно с развитием стержневого корня ($29,6 \pm 0,9$; $c = 9,59$; $p = 3,0$ %) отмечался значительный рост боковых ответвлений. Боковые корни размещались в коме почвы радиусом до 50...60 см. При выкопке таких сеянцев большая часть боковых и половина стержневого корня остаются в почве, в результате посадочный материал плохо приживается. Причем, больше страдают от этого самые сильные и рослые сеянцы, у которых остается только скелетная, лишенная мочек часть корней.

Как видно из табл. 1, в конце вегетационного периода у двухлетних сеянцев в варианте 3 наблюдается приостановка роста надземной части растений: высота стволика ($25,8 \pm 1,4$; $c = 17,1$; $p = 5,4$ %) на 7 %, а количество листьев ($15,2 \pm 1,3$; $c = 30,8$; $p = 8,7$ %) — на 40 % меньше, чем на контроле (двухлетние сеянцы с подрезанной корневой системой — вариант 2).

У растений с подрезанными корнями значительно усилился рост и развитие корневой системы; длина корней 3- и 4-го порядка увели-

Таблица 1
Влияние обрезки корней на биометрические показатели роста сеянцев

Вариант опыта	Высота створника, см	Число листьев, шт.	Длина стержневого корня, см	Длина боковых ответвлений, см			Суммарная длина корней, см
				II порядка	III порядка	IV порядка	
1 — однолетние сеянцы без обрезки	24,7 ± 1,4	5,4 ± 0,5	29,6 ± 0,9	244,4 ± 17,3	229,6 ± 16,2	40,8 ± 2,1	544,4
2 — контроль (двулетние сеянцы без обрезки)	27,8 ± 1,7	24,8 ± 1,7	39,3 ± 1,6	529,7 ± 40,8	398,8 ± 31,3	85,5 ± 5,3	1 052,3
3 — двулетние сеянцы с обрезкой	25,8 ± 1,4	15,2 ± 1,3	10,7 ± 0,8	457,9 ± 33,2	1 016,4 ± 67,8	108,0 ± 7,8	1 603,0

Таблица 2
Влияние обрезки корней на накопление органического вещества сеянцев

Вариант опыта	Общая масса растеньиц, г	Масса надземной части, г		Масса подземной части, г		Соотношение массы			
		Стволик	Листья	Стержневой корень	Боковые корни	подземной части к массе надземной части	боковых корней к массе надземной части	боковых корней к массе стержневого корня	боковых корней к массе листьев
1 — однолетние сеянцы без обрезки	4,98	0,30	1,89	2,40	0,39	0,78	5,6	6,2	4,8
2 — контроль (двулетние сеянцы без обрезки)	18,60	0,53	5,17	11,60	1,30	0,44	4,4	8,8	4,0
3 — двулетние сеянцы с обрезкой	12,18	0,45	2,53	6,73	2,47	0,32	1,2	2,7	1,0

чилась, соответственно, в 2,5 и 1,3 раза. Суммарная длина корней составила 160 % по сравнению с контролем. Такое значительное увеличение длины происходит за счет тонких корней.

Как видно из табл. 2, сухая масса стволика и листьев существенно ниже, чем на контроле; особенно велико это различие в массе листьев — 51 %.

Корневая система контрольных сеянцев в целом значительно превосходит по массе корневую систему сеянцев с подрезанными корнями. Это превосходство определяется разницей в массе центрального (стержневого) корня — в первом случае он равен 11,6, во втором — 6,7 мг. Однако сухая масса боковых корней у подрезанных сеянцев почти вдвое больше, чем на контроле.

Качество корневой системы особенно четко характеризуется отношением массы боковых корней к массе стержневого корня. Этот показатель у контрольных сеянцев равен 1:8,8, у опытных — 1:2,7. Общеизвестный показатель качества посадочного материала — отношение массы корней к массе надземной части сеянцев. Важным критерием является также отношение массы боковых корней к массе листьев, т. е. соотношение массы продуцирующих частей растений. У сеянцев с подрезанной корневой системой первое отношение равно 1:0,32, у контрольных растений — 1:0,44. Разница в значениях второго отношения у растений с подрезанной корневой системой и неподрезанной особенно велика (1:1 против 1:4).

Таким образом, у дуба красного под влиянием подрезки интенсивно разветвляется корневая система, что ведет к улучшению посадочных качеств сеянцев и создает предпосылки для более интенсивного роста и увеличения массы надземной части, а следовательно, и более интенсивной фотосинтетической деятельности растений на следующих стадиях развития.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Борисенко Н. И., Буровская Е. В. Особенности развития корневой системы сеянцев сосны под влиянием подрезки // Защитное лесоразведение и лесные культуры.— Воронеж, 1978.— Вып. 5.— С. 23—27. [2]. Мокленко В. Выращивание сеянцев сосны с подрезанной корневой системой // Лесн. хоз-во.— 1976.— № 2.— С. 88—90.

Поступила 3 февраля 1987 г.

УДК 630*443.3

ВЛИЯНИЕ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ НА ДИФФЕРЕНЦИАЦИЮ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Б. П. ЧУРАКОВ

Алтайский государственный университет

Причины дифференциации лесных деревьев по классам роста и развития очень многообразны, но главные из них — наследственно-генетические особенности, борьба за существование и естественный отбор. В период дифференциации изменяются не только характер роста и развития деревьев, но, по-видимому, и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, в том числе энтомовредителей и фитопатогенных грибов. Для проверки этого предположения нами было проведено фитопатологическое обследование сосны обыкновенной в Барнаульском ленточном бору на зараженность ее грибами с различным уровнем паразитизма (смоляным раком, сосновой и корневой губками) в зависимости от степени дифференциации деревьев. В литературе очень мало сравнительных данных по этому вопросу. Встречаются некоторые сведения об устойчивости экземпляров деревьев к различным болезням в лесных насаждениях. Например, одни авторы сообщают о наличии устойчивых деревьев в очагах корневой губки [1—3, 6, 9—11], другие отмечают неодинаковую устойчивость деревьев

к сосновой губке в однородной популяции сосны [5, 7, 8]. Все они подчеркивают, что как корневая, так и сосновая губки в основном поражают ослабленные, отстающие в росте деревья сосны.

Фитопатологические обследования проводили в чистых одновозрастных сосновых насаждениях IV класса возраста, III класса бонитета, с полнотой 0,8, средней высотой деревьев 22 м, средним диаметром 20 см. Обследованные насаждения расположены в заповедной части ботанического сада АГУ, где запрещены все виды хозяйственной деятельности. Для определения зараженности сосны отдельным видом патогенного гриба в каждом классе роста в шестикратной повторности закладывали пробы по 100 деревьев в каждой. На пробах выполняли сплошной пересчет деревьев с подразделением их на здоровые и пораженные тем или иным грибом. Результаты фитопатологических обследований обработаны статистическим методом и представлены в табл. 1.

Таблица 1

Патогенный гриб	Класс роста по Крафту	Зараженность деревьев, %		
		\bar{x}	$S_{\bar{x}}$	P
Смоляной рак	I	7,3	0,33	—
	II	6,0	0,36	>0,05
	III	3,5	0,22	<0,05
	IV	1,2	0,16	<0,05
	V	0,2	0,15	<0,05
Сосновая губка	I	0,3	0,18	—
	II	2,5	0,22	<0,05
	III	5,0	0,36	<0,05
	IV	5,8	0,31	>0,05
	V	3,3	0,33	<0,05
Корневая губка	I	1,3	0,21	—
	II	3,3	0,21	<0,05
	III	6,3	0,33	<0,05
	IV	8,3	0,21	<0,05
	V	9,0	0,36	>0,05

Анализируя полученные данные, можно констатировать, что дифференциация деревьев существенным образом сказывается на их восприимчивости к патогенным грибам.

В обследованных насаждениях при поражении сосны облигатными паразитами — возбудителями смоляного рака наблюдается постепенное снижение зараженности деревьев по мере их ослабления и угнетенности в процессе дифференциации. Недостоверны различия в зараженности сосны смоляным раком только между I и II классами роста Крафта, что связано, по-видимому, со сходством экологических условий для возбудителей смоляного рака у деревьев этих двух классов роста.

При поражении сосны факультативным паразитом — корневой губкой зараженность деревьев постепенно увеличивается по мере усиления их угнетенности и ослабленности в процессе дифференциации. Но и здесь отмечено недостоверное различие в зараженности деревьев этим грибом между IV и V классами роста.

Факультативный сапротроф сосновая губка занимает промежуточное положение между смоляным раком и корневой губкой. Хотя в обследованных насаждениях и выявлена общая тенденция к некоторому повышению зараженности деревьев сосновой губкой по мере усиления их ослабленности и угнетенности, но это не вполне доказано, так как различия в зараженности достоверны только между I и II, II и III классами роста, а между III и IV классами отмечено даже достоверное снижение зараженности деревьев этим грибом.

Сосновую губку мы относим к факультативным сапротрофам на том основании, что хотя она и развивается в мертвой ядровой древе-

сине, но живет только на живом дереве, с гибелью которого отмирает и возбудитель болезни. Очевидно, для нормальной жизнедеятельности этого гриба необходимы какие-то продукты метаболизма клеток живого дерева.

В табл. 2 приведены данные о корреляционной зависимости зараженности сосны обыкновенной грибами с различным уровнем паразитизма от класса роста Крафта. При вычислении коэффициента корреляции степень угнетенности и ослабленности деревьев в классах роста оценивали баллами: I класс — 1 балл, II — 2 балла и т. д. (средний балл — 3).

Из таблицы видно, что между зараженностью сосны смоляным раком и степенью ослабленности деревьев наблюдается очень сильная отрицательная корреляция. Характер корреляционной связи показывает, что смоляной рак сильнее поражает деревья с более высокой степенью жизнеспособности. Такие деревья обычно относятся к I и II классам роста. При поражении сосны корневой губкой характер корреляции резко меняется. Очень сильная положительная корреляция между изученными показателями говорит о том, что по мере ослабления деревьев в процессе дифференциации усиливается зараженность их корневой губкой. Сосновая губка в этом отношении занимает промежуточное положение между смоляным раком и корневой губкой, больше приближаясь к последней.

Изученные грибы находятся на разных ступенях эволюции паразитизма: на наиболее высоком уровне — возбудители смоляного рака, затем сосновая губка и корневая губка.

Таблица 2

Патогенный гриб	Зараженность деревьев, %	
	\bar{x}	r
Смоляной рак	3,6	-0,994
Сосновая губка	3,4	+0,694
Корневая губка	5,6	+0,977

Таблица 3

Класс роста	Зараженность деревьев, %	
	\bar{x}	r
I	3,0	+0,786
II	3,9	+0,767
III	4,9	-0,990
IV	5,1	-0,984
V	4,2	-0,988

В табл. 3 приведены данные о корреляционной зависимости зараженности сосны патогенными грибами от уровня их паразитизма по классам роста. При расчете коэффициента корреляции уровень паразитизма грибов условно выражали в баллах: смоляной рак — 3 балла, сосновая губка — 2, корневая губка — 1 балл (средний балл — 2).

Полученные данные показывают, что в высших классах роста, которые объединяют наиболее жизнеспособные и мощные деревья, наблюдается положительная корреляционная связь между зараженностью сосны патогенными грибами и уровнем их паразитизма, т. е. по мере повышения степени паразитизма грибов увеличивается зараженность деревьев. Это связано, по нашему мнению, с тем, что в высших классах роста находятся наиболее жизнеспособные деревья, которые активно поражаются облигатными паразитами — возбудителями смоляного рака. Облигатный паразитизм предполагает большую степень приспособленности и физиологической совместимости партнеров [4]. Это возможно при высоком уровне паразитизма возбудителя болезни и большой жизнеспособности питающего растения, так как развитие облигатного паразита на ослабленном растении приводит к быстрому отмиранию последнего, а впоследствии и к гибели самого возбудителя болезни.

В последующих классах роста (III, IV, V), в которых усиливается ослабление и угнетение деревьев, отмечена отрицательная корреляция между степенью зараженности деревьев грибами и уровнем их паразитизма, т. е. по мере усиления паразитической активности грибов зараженность деревьев падает. Мы связываем это с тем, что по мере дифференциации насаждений в последних классах роста накапливается большое количество ослабленных, угнетенных и отмирающих деревьев, которые активно поражаются корневой губкой, т. е. грибом со сравнительно низким уровнем паразитизма.

Фитопатологические обследования сосновых насаждений по классам роста дают основание констатировать следующее. По мере усиления угнетенности и ослабленности деревьев в процессе дифференциации понижается зараженность сосны смоляным раком и повышается — корневой губкой. По нашему мнению, это связано с индивидуальными биологическими особенностями возбудителей болезней и деревьев в соответствующих классах роста Крафта.

Для сосновой губки не выявлено определенной закономерности между зараженностью деревьев и степенью ослабленности сосны в процессе ее дифференциации, хотя здесь и намечается тенденция к некоторому увеличению зараженности деревьев патогеном по мере снижения жизнеспособности сосны. По-видимому, характер зависимости между зараженностью сосны и степенью ослабленности деревьев у сосновой губки несколько иной, чем у смоляного рака и корневой губки.

Поскольку грибные болезни в итоге приводят к ослаблению деревьев, снижению их жизнеспособности, можно сказать, что поражение сосны патогенными грибами способствует усилению процесса естественной дифференциации деревьев в насаждениях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев И. А. Лесохозяйственные меры борьбы с корневой губкой.— М.: Лесн. пром-сть, 1969.— 75 с. [2]. Братусь В. М. Корневая губка // Борьба с вредителями та хворобами лисовых насаждень.— Киев: УАСГИ, 1959.— С. 18—22. [3]. Василюк А. П. Экология и биология корневой губки (*Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.) и факторы, ограничивающие ее патогенность в хвойных насаждениях Литовской ССР: Дис... докт. биол. наук.— Тарту, 1981.— 306 с. [4]. Деверолл Дж. Защитные механизмы растений.— М.: Колос, 1980.— 127 с. [5]. Кочановский С. Б., Михалевич П. К. Динамика споруляции сосновой губки в условиях Беловежской пушчи // Беловеж. пушча. Исследования.— Минск: Ураджай, 1973.— С. 24—39. [6]. Негруцкий С. Ф. Корневая губка.— М.: Агропромиздат, 1986.— 196 с. [7]. Романовский В. П., Кочановский С. Б., Михалевич П. К. Некоторые закономерности распространения гнили сосновой губки // Беловеж. пушча.— Минск: Урожай, 1973.— С. 12—24. [8]. Синадский Ю. В. Сосновая губка и зараженность ею насаждений Бузулукского бора // Лесн. хоз-во.— 1953.— № 12.— С. 26—28. [9]. Синадский Ю. В. Корневая губка как один из факторов усыхания сосновых насаждений.— М.: МЛТИ, 1957.— Вып. 5.— С. 77—82. [10]. Федоров Н. И. Биология *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. и *Phellinus tremulae* Bond. et Borriss. и патологическая физиология сосны обыкновенной и осины: Автореф. дис... докт. биол. наук.— Минск, 1970.— 44 с. [11]. Черных А. Г. Сравнительные исследования устойчивых и поражаемых корневой губкой сосновых насаждений: Автореф. дис... канд. биол. наук.— Киев, 1964.— 26 с.

Поступила 8 декабря 1986 г.

УДК 630*524

ОБЪЕМЫ СТВОЛОВ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. ТЕТЮХИН

Ленинградская лесотехническая академия

До настоящего времени не было таблиц объемов стволов лиственницы для Магаданской области.

При составлении таблиц разрядов высот и объемов стволов лиственницы были использованы материалы пробных площадей и выделов выборочно-перечислительной таксации, заложенных в 1983—1985 гг. на территории Магаданской области, в Сеймчанском, Палаткинском и Ольском лесхозах. Общая площадь, с которой собран экспериментальный материал, равна 15,1 млн га:

Для составления таблицы объемов использованы данные 1 190 модельных деревьев, объем которых определяли по сложной формуле Губера. На пробных площадях брали по 20...30 учетных деревьев, каждое восьмое попавшее в перечень в пределах ступени толщины. Общий запас древостоя элемента леса на пробе вычисляли по объемам учетных деревьев.

Для построения шкалы разрядов высот использовано 90 пробных площадей и выделов выборочно-перечислительной таксации, по 30 от каждого лесхоза. Шкалу разрядов высот первоначально строили отдельно по каждому из лесхозов. Оказалось, что такие шкалы совпадают для всех лесхозов, что говорит о возможности применения единой шкалы разрядов высот на всей исследуемой территории.

С учетом существующих положений [1], интервал по высоте между разрядами при одних и тех же диаметрах принят равным 9 %. Это привело к получению девяти разрядов высот.

Кривые высот по диаметрам первоначально рассматривали отдельно по каждой пробной площади и выделу. Затем кривые наносили на общий график. Если они являются совокупностью линий, равномерно расходящихся, а не пересекающихся, то для них можно составлять единую шкалу разрядов высот. Такой анализ сделан в табл. 1.

Таблица 1

Распределение пробных площадей и выделов
по характеру кривых высот

Лесхоз	Число проб и выделов с линиями			Итого
	параллельно расходящимся	пересекающимися с частью кривых для части диаметров	пересекающимися по многим диаметрам	
Сеймчанский	19	7	4	30
Палаткинский	21	5	4	30
Ольский	22	4	4	30
Итого	62	16	12	90
То же, %	69	18	13	100

Оказалось, что 87 % кривых являются равномерно расходящимися или частично пересекающимися и 13 % кривых пересекаются с другими кривыми не при всех, но при многих диаметрах. Это дает основание составлять единую шкалу разрядов высот.

Для выравнивания изменений высот по ступеням толщины нами было использовано уравнение параболы второго порядка

Таблица 2

Коэффициенты в уравнениях для отыскания высот по диаметрам

Разряд высот	a_0	a_1	a_2
1	5,3	0,8972	-0,00779
	5,3	0,915	-0,00775
2	5,2	0,8084	-0,00678
	5,2	0,798	-0,00667
3	5,2	0,7233	-0,00587
	5,2	0,724	-0,00581
4	5,1	0,6423	-0,00504
	5,1	0,654	-0,00532
5	4,7	0,5897	-0,00463
	4,6	0,611	-0,005
6	3,5	0,6011	-0,00523
	3,8	0,586	-0,0051
7	2,8	0,5776	-0,00537
	2,9	0,568	-0,00534
8	2,1	0,5648	-0,00582
	2,1	0,559	-0,00582
9	1,4	0,5537	-0,00662
	1,2	0,553	-0,0066

$$h = a_0 + a_1 d_i + a_2 d_i^2,$$

где h — высота, м;
 d — диаметр, см;
 a_0, a_1, a_2 — коэффициенты;
 i — номер ступени толщины.

Данные обрабатывали на ЭВМ «Наири-2». В табл. 2 приведены полученные коэффициенты по разрядам высот. Эти коэффициенты между разрядами не увязаны. Нами были выравнены коэффициенты a_0, a_1 и a_2 (рис. 1, табл. 2).

При вычислении объемов стволов использовали видовые числа, которые группировали по разрядам высот. Вычисляли среднее арифметическое значение видового числа по каждой ступени толщины. По полученным данным строили график зависимости видового числа от логарифма диаметра (рис. 2). Эта связь характеризуется коэффициентом корреляции $r = 0,82 \pm 0,17$ и корреляционным отношением $\eta = 0,89 \pm 0,07$. Значение $\eta > r$, что указывает на криволинейную зависимость видовых чисел от диаметра. Эта связь наиболее точно передается уравнением гиперболы

$$f = b_0 + \frac{b_1}{d_i},$$

где b_0, b_1 — коэффициенты;
 d — диаметр, см;
 i — номер ступени толщины.

Вычисленные коэффициенты приведены в табл. 3.

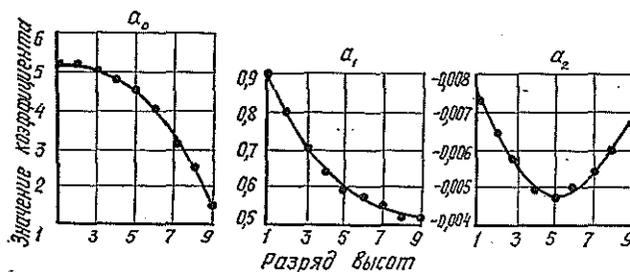


Рис. 1. Коэффициенты уравнений по разрядам высот

Из рис. 2 видно, что средний разряд занимает и среднее положение по видовому числу. Эта закономерность, на наш взгляд, объясня-

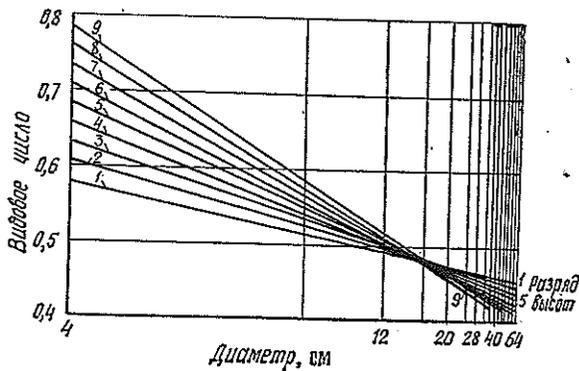


Рис. 2. Видовые числа (доли 1) в зависимости от диаметра по разрядам высот

ется следующим. Первые разряды высот представлены древостоями, произрастающими в лучших условиях и имеющими максимальную относительную полноту. Вследствие этого полнодревесность стволов таких древостоев максимальна (для основной части ряда распределения 18 см и более). Для низших разрядов высот (с 6-го по 9-й) видовое число максимально для ступеней толщины 18 см и менее, что обусловлено высоким возрастом низкобонитетных древостоев. Нами установлено, что в этом возрасте прирост по диаметру на высоте груди меньше, чем на половине высоты ствола (табл. 4). Поэтому с увеличением возраста повышается видовое число.

В связи с изложенным, коэффициенты a_0 , a_1 и a_2 заметно изменяются возле среднего 5-го разряда высот (рис. 1).

При распределении проб и выделов по классам бонитета, группам возраста и полнот по разрядам высот оказалось, что наибольшее их количество приходится на средний 5-й разряд. Для низших разрядов высот характерно преобладание перестойных и низкополнотных дре-

Таблица 3

Коэффициенты b_0 и b_1
и пределы работы уравнения

Разряд высот	b_0	b_1	Предел работы уравнения по диаметрам, см	
			минимальный	максимальный
1	0,454	0,355	4	64
2	0,446	0,482	4	64
3	0,436	0,597	4	64
4	0,427	0,734	4	64
5	0,420	0,883	4	64
6	0,411	1,055	4	64
7	0,403	1,217	4	52
8	0,396	1,378	4	48
9	0,393	1,538	4	36

Таблица 4

Прирост по диаметру на разной высоте ствола
у лиственницы в возрасте 160...320 лет

Высота среза	Прирост по диаметру за 10 лет, см, по периодам				
	последнее 10-летие	за 11...20 лет назад	за 21...30 лет назад	за 31...40 лет назад	за 41...50 лет назад
Половина высоты ствола	1,15	0,85	0,75	0,91	0,95
1,3 м	0,86	0,71	0,71	0,78	0,73

Таблица объемов стволов лиственницы

Ступени тол- щины, см	Показатели по							
	1		2		3		4	
	h	V	h	V	h	V	h	V
4	—	—	—	—	8,0	0,0059	7,6	0,0058
6	10,5	0,0151	9,8	0,0144	9,3	0,0139	8,8	0,0135
8	12,1	0,0301	11,2	0,0283	10,6	0,0271	10,0	0,0259
10	13,6	0,0519	12,5	0,0481	11,8	0,0456	11,1	0,0434
12	15,1	0,0826	13,8	0,0758	13,0	0,0714	12,2	0,0672
14	16,6	0,1227	15,1	0,1116	14,2	0,1045	13,2	0,0974
16	17,9	0,1717	16,3	0,1560	15,3	0,1455	14,2	0,1351
18	19,2	0,2312	17,4	0,2087	16,3	0,1943	15,1	0,1795
20	20,5	0,3039	18,5	0,2732	17,3	0,2528	16,0	0,2327
22	21,6	0,3860	19,5	0,3462	18,3	0,3222	16,9	0,2957
24	22,8	0,4835	20,5	0,4311	19,2	0,3995	17,7	0,3659
26	23,8	0,5917	21,5	0,5301	20,1	0,4892	18,5	0,4474
28	24,8	0,7138	22,3	0,6365	20,9	0,5889	19,2	0,5363
30	25,7	0,8472	23,2	0,7567	21,7	0,6988	19,9	0,6353
32	26,6	0,9951	23,9	0,8846	22,4	0,8185	20,6	0,7446
34	27,4	1,1576	24,6	1,0262	23,1	0,9512	21,2	0,8635
36	28,2	1,3329	25,3	1,1832	23,7	1,0917	21,7	0,9888
40	29,5	1,7180	26,5	1,5237	24,8	1,4046	22,7	1,2716
44	30,5	2,1434	27,4	1,9010	25,8	1,7631	23,6	1,5916
48	31,3	2,6137	28,2	2,3247	26,5	2,1517	24,2	1,9392
52	31,9	3,1259	28,7	2,7705	27,1	2,5765	24,7	2,3123
56	32,2	3,6512	29,0	3,2463	27,5	3,0251	25,0	2,7079
60	32,3	4,2037	29,1	3,7308	27,7	3,4898	25,2	3,1258
64	—	—	—	—	27,7	3,9712	25,2	3,5571

востоев низших классов бонитета. Для высших разрядов высот, наоборот, характерно наличие наиболее высокополнотных и высокобонитетных древостоев лиственницы.

По полученным видовым числам и шкале разрядов высот объемы стволов V , м³ высчитывали по общеизвестной формуле

$$V = ghf,$$

где g — площадь сечения на 1 га, м²;
 h — высота деревьев, м;
 f — видовое число, доли 1.

Согласно теории ошибок, средняя квадратичная ошибка должна быть равна $1/3$ интервала, или 3 %, так как межразрядный интервал в шкале разрядов высот принят равным 9 %. В результате проверки установлено, что систематическая ошибка составила — 0,03 %, а средняя квадратичная 3,15 %.

В соответствии с требованиями к таблицам [1], допустимая ошибка равна 4 %, значит, точность составленной таблицы (табл. 5) достаточна.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Таксация товарной структуры древостоев / А. Г. Мошкалев, А. А. Кнize, Н. И. Ксенофонтов, Н. С. Уланов. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 147 с.

Поступила 16 февраля 1987 г.

Таблица 5

даурской Магаданской области

разрядам высот

5		6		7		8		9	
h	V	h	V	h	V	h	V	h	V
7,0	0,0056	6,0	0,0051	5,1	0,0045	4,2	0,0039	3,3	0,0032
8,1	0,0129	7,1	0,0117	6,1	0,0104	5,2	0,0091	4,3	0,0079
9,2	0,0244	8,1	0,0220	7,1	0,0197	6,2	0,0176	5,2	0,0152
10,2	0,0404	9,1	0,0366	8,0	0,0328	7,1	0,0295	6,1	0,0260
11,2	0,0625	10,0	0,0564	8,9	0,0507	7,9	0,0455	6,9	0,0406
12,2	0,0907	11,0	0,0825	9,8	0,0741	8,7	0,0662	7,6	0,0588
13,1	0,1251	11,8	0,1132	10,6	0,1021	9,5	0,0921	8,4	0,0826
14,0	0,1639	12,6	0,1505	11,4	0,1364	10,2	0,1223	9,0	0,1093
14,8	0,2158	13,4	0,1953	12,1	0,1764	10,9	0,1589	9,6	0,1414
15,6	0,2729	14,2	0,2479	12,8	0,2229	11,5	0,1969	10,2	0,1792
16,4	0,3384	14,9	0,3068	13,4	0,2752	12,1	0,2475	10,7	0,2208
17,1	0,4127	15,5	0,3716	14,0	0,3349	12,7	0,3025	11,1	0,2661
17,8	0,4951	16,2	0,4476	14,6	0,4017	13,1	0,3589	11,5	0,3171
18,4	0,5848	16,7	0,5273	15,1	0,4736	13,6	0,4247	11,8	0,3702
19,0	0,6838	17,3	0,6185	15,6	0,5553	14,0	0,4938	12,1	0,4288
19,6	0,7931	17,8	0,7155	16,0	0,6375	14,3	0,5659	12,3	0,4889
20,1	0,9098	18,2	0,8166	16,4	0,7292	14,6	0,6448	12,5	0,5546
21,0	1,1686	19,0	1,0456	17,0	0,9271	15,1	0,8161	—	—
21,8	1,4572	19,7	1,3021	17,5	1,1462	15,4	0,9995	—	—
22,4	1,7790	20,1	1,5749	17,8	1,3820	15,5	1,1897	—	—
22,9	2,1247	20,4	1,8714	18,0	1,6325	—	—	—	—
23,1	2,4797	20,6	2,1814	—	—	—	—	—	—
23,3	2,8643	—	—	—	—	—	—	—	—
23,3	3,2381	—	—	—	—	—	—	—	—

УДК 630*236 : 632.954

КОМПЛЕКСНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ УХОД ЗА КУЛЬТУРАМИ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ

Г. С. ТУТЫГИН

Архангельский лесотехнический институт

Под комплексным химическим уходом за лесными культурами понимают обработку препаратами, которые обладают гербицидными и арборицидными свойствами одновременно, например такими, как велпар или глифосат [3], либо совместное внесение гербицидов и минеральных удобрений [2]. Оба варианта ухода позволяют сократить затраты труда и средств по сравнению с раздельным выполнением операций.

Чтобы выяснить эффективность сочетания минеральной подкормки культур ели с подавлением сорной травянистой растительности при помощи гербицидов в условиях таежной зоны, нами поставлены специальные опыты. В качестве объекта исследований использовали участок 3-летних культур ели в Емцовском учебно-опытном лесхозе АЛТИ (северная часть средней подзоны тайги). Культуры были созданы посадкой стандартных 3-летних сеянцев в коридоры, прорубленные в молодняке состава 9БЕ + С. Средняя высота молодняка — 6 м, полнота — 0,8, тип леса — березняк-черничник. Ширина коридоров — 3 м, кулис — 6 м. Почва на участке — подзол мало-мощный илловально-железистый, легкосуглинистый, развивающийся на среднем суглинке, подстилаемом тяжелой моренной глиной. Сеянцы были высажены весной, сразу после обработки почвы, в борозды, приготовленные плугом ПКЛ-70. До момента проведения опытов не было агротехнических уходов за культурами.

С учетом значительного количества осадков, выпадающих летом на территории таежной зоны, которые не носят ливневого характера, гранулированное минеральное удобрение и порошкообразные гербициды применяли в сухом виде. При установлении дозы внесения минерального удобрения исходили из содержания элементов минерального питания растений в верхних горизонтах почвы. Нитроаммофоску, из расчета

по действующему веществу (д. в.) на 1 га обрабатываемой площади — $N_{30}P_{30}K_{30}$, смешивали с далапоном или атразином (в дозе 4 кг/га по д. в.), а также с тем и другим гербицидом одновременно. В полученные смеси добавляли инертный наполнитель — древесные опилки (300 кг/га), роль которых заключалась в обеспечении более равномерного распределения препаратов по поверхности. Смеси рассеивали в конце мая до отрастания сорняков только на пласты плужных борозд. Для сравнения в других вариантах вносили отдельно нитроаммофоску и гербициды по аналогичной технологии. На контроле уходов не проводили.

Фитомассу надземной части растений живого напочвенного покрова определяли дважды в конце июля: в год проведения уходов и на следующий год. Учетными единицами служили площадки, равномерно расположенные по пластам, суммарная величина которых в каждом варианте и на контроле составляла не менее 10 м².

Таблица 1

Воздушно-сухая фитомасса надземной части растений
живого напочвенного покрова на пластах

Вариант ухода	Фитомасса (в год проведения ухода на следующий год), г/м ²			
	луговик и вейник	иван- чай	прочие виды	всего
Далапон — 4	19,42	15,23	9,11	43,76
	27,16	32,28	15,14	74,58
Атразин — 4	24,21	18,47	13,18	55,86
	23,19	25,24	14,47	62,90
Далапон + атразин — 4 + 4	9,64	12,37	5,27	27,28
	16,23	19,13	8,39	43,75
Далапон — 4 + $N_{30}P_{30}K_{30}$	32,93	21,45	16,18	70,56
	38,63	37,16	22,23	98,02
Атразин — 4 + $N_{30}P_{30}K_{30}$	37,21	30,56	23,73	91,50
	30,74	28,48	17,62	76,84
Далапон + атразин — 4 + 4 + + $N_{30}P_{30}K_{30}$	24,80	26,15	9,34	60,29
	19,67	21,73	13,18	54,58
$N_{30}P_{30}K_{30}$	64,81	56,80	45,46	167,07
	73,17	67,21	56,14	196,52
Контроль	43,30	39,11	25,41	107,82
	50,44	42,70	28,88	122,02

Данные, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о довольно эффективном подавлении роста злаков на пластах в год их обработки гербицидами во всех трех вариантах ухода без подкормки. Самое интенсивное изреживание луговика и вейника (на 77,8 % от контроля — на первый и на 67,7 % — на второй год наблюдений) произошло при использовании смеси далапона с атразином. Надземная фитомасса других видов напочвенного покрова оказалась наименьшей также в этом варианте.

Комплексный химический уход слабее повлиял на сокращение фитомассы напочвенного покрова по сравнению с внесением только гербицидов. Очевидно, минеральная подкормка не только стимулирует рост, но и усиливает противогербицидную устойчивость сорной растительности. Вместе с тем, на второй год разница в изреживании сорняков между параллельными вариантами комплексного и обычного химического ухода уменьшается. Особенно это характерно там, где применяли плохо растворимый и медленно инактивирующийся из почвы атразин (срок инактивации — 18...20 мес) или его смесь с далапоном.

Сокращение надземной фитомассы злаков на второй год после комплексного ухода с внесением смеси гербицидов составило 60,8 %

от контроля. По отношению к варианту, где проводили только минеральную подкормку, разница в надземной фитомассе злаков была еще больше — 73,1 %. Суммарная фитомасса всех видов напочвенного покрова уменьшилась соответственно на 55,2 и 72,1 %.

В отличие от пластов, дно борозд сравнительно слабо зарастает травянистой растительностью. Ее фитомасса на контроле в 5-летних культурах была втрое меньше, чем на пластах. При столь слабом развитии травостой можно рассматривать как подгон для ели и защиту от неблагоприятных факторов внешней среды (заморозки, выжимание морозом).

В результате разреживания полога травостой после внесения гербицидов увеличивается освещенность крон культивируемых древесных растений, усиливается прогревание почвы, улучшаются условия минерального питания, чему также способствует внесение удобрения. По данным, полученным в Псковской области [1], освещенность хвои на высоте 20...30 см от поверхности почвы не превышает 20...25 % освещенности открытого места при воздушно-сухой массе травостоя свыше 200 г/м², а продуктивность фотосинтеза ели заметно падает, если этот показатель менее 35 %.

Изменения светового и теплового режимов, условий минерального питания должны отражаться на состоянии и росте культур. Однако в год проведения уходов ни в одном из вариантов не произошло существенного, по сравнению с контролем, увеличения текущего прироста культур в высоту (табл. 2). В первый год практически отсутствуют различия по этому показателю и между вариантами комплексных уходов и уходов с внесением только гербицидов или только нитроаммофоски. Положительное влияние уходов проявляется на второй год. Во всех вариантах опытов, где применяли гербициды, текущий прирост в высоту по данным осенней инвентаризации оказался существенно больше, чем на контроле. Максимальным текущим приростом отличались варианты комплексных уходов, особенно тот, в котором вносили смесь гербицидов (показатель существенности различия по сравнению с контролем $t = 12,0$, а по сравнению с вариантом минеральной подкормки $t = 9,3$).

Таблица 2

Рост культур ели под влиянием уходов

Вариант ухода	Текущий прирост в высоту $M \pm m_M$, см		Высота 5-летних культур $M \pm m_M$, см
	в год проведения ухода	на следую- щий год	
Далапон — 4	5,2 ± 0,19	8,4 ± 0,24	32,4 ± 0,79
Атразин — 4	5,4 ± 0,17	8,2 ± 0,22	32,6 ± 0,84
Далапон + атразин — 4 + 4	5,5 ± 0,18	8,6 ± 0,25	33,2 ± 0,93
Далапон — 4 + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,3 ± 0,20	10,7 ± 0,30	35,3 ± 0,77
Атразин — 4 + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,7 ± 0,23	11,1 ± 0,34	35,8 ± 0,83
Далапон + атразин — 4 + 4 + + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,6 ± 0,25	11,9 ± 0,32	37,2 ± 0,92
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,4 ± 0,20	8,0 ± 0,26	32,6 ± 0,73
Контроль	5,0 ± 0,17	7,1 ± 0,24	30,9 ± 0,78

Минеральная подкормка без обработки пластов гербицидами не привела к значительному улучшению роста культур ели. Показатель существенности различия по текущему приросту в высоту по отношению к контролю даже на второй год составил лишь 2,5.

Под влиянием комплексного ухода значительно увеличивается средняя высота культур по сравнению с контролем ($t = 3,8 \dots 5,2$). Как и

по текущему приросту, лучший показатель в варианте совместного применения далапона, атразина и нитроаммофоски. Положительный эффект раздельного внесения гербицидов и удобрения значительно слабее.

Ни в одном из вариантов опыта не было отмечено повреждений культур под воздействием уходов. Отпад не превышал 2...3%.

Приведенные данные дают основание для вывода о возможности комплексных уходов за культурами ели в условиях таежной зоны. На легкосуглинистых подзолах, где посадка сеянцев проведена в борозды, может быть использована сухая смесь далапона, атразина и нитроаммофоски из расчета $4 + 4 + N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га по д. в. В смесь добавляют древесные опилки (300 кг/га) и равномерно рассыпают ее по поверхности почвы весной, до отрастания сорняков. Подавлять рост травостоя в бороздах, где он развивается слабо, не следует.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вячкилев В. В., Карцев А. Д., Максимов В. Е. Влияние агротехнических приемов на рост культур ели // Лесн. хоз-во.— 1982.— № 1.— С. 36—39.
 [2]. Комплексное применение химических средств при выращивании лесных культур / З. В. Иванова, А. П. Барвинченко, Т. И. Шадрина, Д. В. Соловых // Лесн. хоз-во.— 1983.— № 2.— С. 72—74. [3]. Мартынов А. Н. Комплексный химический уход за культурами ели и сосны // Лесн. хоз-во.— 1985.— № 3.— С. 45—47.

Поступила 16 июня 1987 г.

УДК 621.825 : 630* : 65.011.54

ДИНАМИКА ПЕРЕГРУЗКИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН С ДВУХПОТОЧНОЙ ФРИКЦИОННОЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТОЙ

В. Р. КАРАМЫШЕВ, В. Я. ЧИНАРЕВ

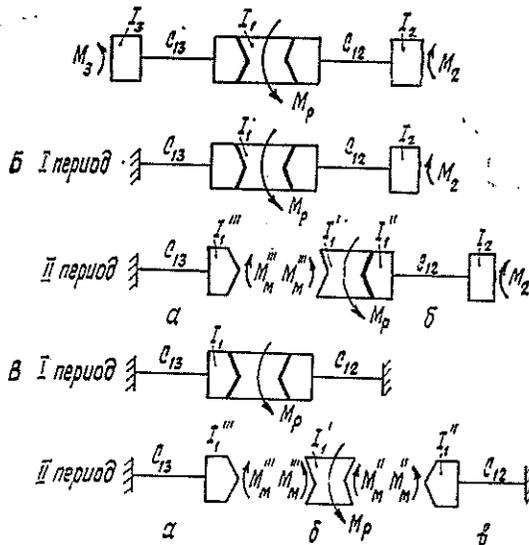
Воронежский лесотехнический институт

Ранее [1, 4] были приведены конструкция и силовой расчет конусной двухпоточной фрикционной предохранительной муфты, предназначенной для защиты от перегрузок рабочих органов лесохозяйственных машин, имеющих разветвленный привод (культиватор КФЛ-1,4, фреза ФЛШ-1,2, некоторые площадкоделатели и др.).

Представляет также интерес динамика перегрузки рабочих органов лесохозяйственных машин, оборудованных двухпоточными фрикционными предохранительными муфтами, рассмотрение которой позволит оценить реальный характер нагружения элементов машин и установить для них более обоснованный резерв прочности.

Для этого следует известными методами [6] привести лесохозяйственную машину к простой расчетной динамической системе. Самой простой расчетной системой для лесохозяйственных машин с двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой является трехмассовая (рис. А). В средней массе такой системы встроена двухпоточная предохранительная муфта. На систему действуют рабочий момент M_p и моменты сил сопротивления M_2 и M_3 . Действующие моменты и жесткость системы постоянны. До перегрузки система нагружена моментом M_0 и равномерно вращается с угловой скоростью ω_0 .

При перегрузке системы процесс срабатывания двухпоточной предохранительной муфты по аналогии с [5, 3] можно условно разделить на следующие периоды: I — нарастание нагрузки до момента срабатывания муфты; II — с момента срабатывания муфты до мгновения достижения максимального момента в системе; III — затухание колебаний; IV — установившееся буксование.



Расчетные схемы динамических систем лесохозяйственных машин с двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой: А — до перегрузки; Б — перегружен один рабочий объект; В — перегружены два рабочих объекта; а, в — ведомые части систем; б — ведущие части систем

Рассмотрим только два периода: I (переходный) и II, в конце которого возникают максимальные динамические нагрузки. При этом следует учитывать, что перегрузка может возникнуть как на одном рабочем объекте машины (стопорится одна из крайних масс системы), так и на двух (стопорятся одновременно обе крайние массы системы).

1. Перегружен один рабочий объект (стопорится, например, левая масса системы). В этом случае в I периоде система из трехмассовой преобразуется в двухмассовую с заделкой (рис. Б). Дифференциальные уравнения движения этой системы запишутся в виде

$$\left. \begin{aligned} I_1 \frac{d^2\varphi_1}{dt_1^2} + (\varphi_1 - \varphi_2) C_{12} + \varphi_1 C_{13} &= M_p; \\ - I_2 \frac{d^2\varphi_2}{dt_1^2} - (\varphi_1 - \varphi_2) C_{12} &= -M_2, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где I_1 и I_2 — моменты инерции центральной и правой масс системы; φ_1 и φ_2 — углы закручивания; C_{12} и C_{13} — жесткости упругих звеньев.

Преобразуя систему (1), получим:

$$\frac{d^4\varphi_1}{dt_1^4} + \frac{d^2\varphi_1}{dt_1^2} \left(\frac{C_{12} + C_{13}}{I_1} + \frac{C_{12}}{I_2} \right) + \frac{C_{12}C_{13}}{I_1I_2} \varphi_1 = \frac{C_{12}}{I_1I_2} (M_p - M_2). \quad (2)$$

Общее решение уравнения (2) имеет вид

$$\varphi_1 = A \sin k_1 t_1 + B \cos k_1 t_1 + C \sin k_2 t_1 + D \cos k_2 t_1 + E, \quad (3)$$

где A, B, C, D, E — постоянные коэффициенты; k_1 и k_2 — частоты свободных колебаний.

Угол закручивания φ_2 найдем, решая совместно уравнение (3) и второе уравнение системы (1):

$$\varphi_2 = \frac{1}{C_{12}} \left[(C_{12} + C_{13}) \varphi_1 - M_p + I_1 \frac{d^2 \varphi_1}{dt_1^2} \right]. \quad (4)$$

Постоянные коэффициенты определяются из начальных условий, которые для рассматриваемого периода равны:

$$M_{12} = M_{13} = 0; \quad \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{M_0}{C_{12}};$$

$$\dot{\varphi}_1 = \frac{M_0}{C_{13}}; \quad \dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2 = \omega_0.$$

Тогда динамические нагрузки в упругих звеньях в I периоде составят

$$M_{12} = (\varphi_1 - \varphi_2) C_{12} = A (I_1 k_1^2 - C_{13}) \sin k_1 t_1 + B (I_1 k_1^2 - C_{13}) \cos k_1 t_1 + C (I_1 k_2^2 - C_{13}) \sin k_2 t_1 - D (I_1 k_2^2 - C_{13}) \cos k_2 t_1 + M_2; \quad (5)$$

$$M_{13} = C_{13} (A \sin k_1 t_1 + B \cos k_1 t_1 + C \sin k_2 t_1 + D \cos k_2 t_1) + M_p - M_2. \quad (6)$$

Динамические моменты M_{12} и M_{13} в I периоде не могут быть больше регулировочного момента муфты M_m'' , так как при равенстве их срабатывает муфта, а расчетная система не соответствует действительной.

Скорость нарастания нагрузки, оказывающая сильное влияние на динамику и точность срабатывания муфты, определится как dM_{12}/dt_1 .

Во II периоде система распадается на ведомую одномассовую с заделкой (рис. Б, а) и ведущую двухмассовую (рис. Б, б).

Большой интерес представляет ведомая одномассовая часть системы с заделкой, так как именно в ней возникают значительные динамические нагрузки при срабатывании муфты. Дифференциальное уравнение, описывающее движение одномассовой части системы, имеет вид:

$$I_1''' \frac{d^2 \varphi_1}{dt_2^2} + \varphi_1 C_{13} = M_m''', \quad (7)$$

где I_1''' — момент инерции левой ведомой части муфты.

Это уравнение полностью совпадает с уравнением движения системы с обычной однопоточной фрикционной предохранительной муфтой [3]. Поэтому полученная ранее зависимость для определения максимальных динамических нагрузок справедлива и для систем, защищенных двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой, когда перегружается один рабочий объект системы:

$$M_{13 \max} = \omega_1 \sqrt{I_1''' C_{13}} + M_m'''. \quad (8)$$

Разница заключается в том, что угловая скорость ω_1 , входящая в (8), находится по I периоду как первая производная от угла закручивания φ_1 .

Динамические нагрузки в ведущей двухмассовой части системы (рис. Б, б) можно оценить по зависимостям, приведенным в [2].

2. Перегружены одновременно оба рабочих объекта (стопорятся обе крайние массы системы). Система в I периоде из трехмассовой превращается в одномассовую с двумя заделками (рис. В). Дифференциальное уравнение движения системы для данного периода

$$I_1 \frac{d^2 \varphi_1}{dt_1^2} + \varphi_1 C_{12} + \varphi_1 C_{13} = M_p; \quad (9)$$

или

$$I_1 \frac{d^2 \varphi_1}{dt_1^2} + \varphi_1 (C_{12} + C_{13}) = M_p. \quad (10)$$

Общее решение уравнения (10) можно представить в виде

$$\varphi_1 = A \sin kt_1 + B \cos kt_1 + \frac{M_p}{k^2 I_1}, \quad (11)$$

где k — частота свободных колебаний.

$$\text{При } t_1 = 0 \quad M_{12} = M_{13} = M_0; \quad \frac{d\varphi_1}{dt_1} = \omega_0; \quad \varphi_1 = \frac{M_0}{k^2 I_1}.$$

Тогда постоянные коэффициенты при тригонометрических функциях

$$A = \frac{\omega_0}{k}; \quad B = \frac{M_0 - M_p}{k^2 I_1},$$

а динамические нагрузки в упругих звеньях с жесткостями C_{12} и C_{13}

$$M_{12} = \frac{C_{12} \omega_0}{k} \sin kt_1 + \frac{C_{12} (M_0 - M_p)}{k^2 I_1} \cos kt_1 + \frac{C_{12} M_p}{k^2 I_1}; \quad (12)$$

$$M_{13} = \frac{C_{13} \omega_0}{k} \sin kt_1 + \frac{C_{13} (M_0 - M_p)}{k^2 I_1} \cos kt_1 + \frac{C_{13} M_p}{k^2 I_1}. \quad (13)$$

Скорости нарастания нагрузки для правой и левой части системы получим в виде dM_{12}/dt_1 и dM_{13}/dt_1 .

Период II характерен тем, что система распадается на ведущую одномассовую (рис. В, б) и две ведомые одномассовые с заделками (рис. В, а и рис. В, в).

Сравнивая расчетные схемы (правую и левую) II периода, когда стопорятся оба рабочих объекта (рис. В, а или рис. В, в), с расчетной схемой аналогичного периода при стопорении одного рабочего объекта (рис. В, а), видим их идентичность. Следовательно, выражение (8) можно использовать для подсчета динамических нагрузок, возникающих при срабатывании двухпоточной предохранительной муфты, когда перегружаются одновременно оба рабочих объекта. Для левой ведомой части системы (рис. В, а) оно имеет такой же вид, что и (8), для правой ведомой части системы (рис. В, в) следует вместо I_1''' подставить I_1'' (момент инерции правой части муфты), вместо C_{13} — C_{12} , а вместо M_M''' — M_M'' (регулировочный момент муфты, правой ее части). Скорость ω_1 , которая будет входить в эти выражения, определится по I периоду:

$$\omega_1 = \omega_0 \sin kt_1 + \frac{M_0 - M_p}{k I_1} \cos kt_1. \quad (14)$$

Таким образом, рассмотрение поэтапного процесса перегрузки систем лесохозяйственных машин, защищенных двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой, показывает, что максимальные динамические нагрузки, возникающие при срабатывании муфты, зависят от моментов инерции и жесткости системы, регулировочных моментов муфты и особенно от моментов инерции ее ведомых частей и угловой скорости системы, а также от перегрузки одного или обоих защищаемых рабочих объектов. Экспериментальные данные, полученные при испытании двухпоточной муфты на специальном стенде, имитировавшем трехмассовую динамическую систему, достаточно хорошо согласуются с расчетными, выполненными по полученным формулам. Несколько выше (на 6...8 %) расчетные данные.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1016586 СССР. Фрикционная предохранительная муфта / В. Р. Карамышев // Открытия, Изобретения.— 1983.— № 17. [2]. Карамышев В. Р., Нартов П. С. Динамика ротационных лесохозяйственных машин с боковым приводом при их перегрузке // Лесн. журн.— 1981.— № 6.— С. 26—29.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Карамышев В. Р., Нартов П. С. Повышение надежности работы предохранительных муфт лесохозяйственных машин.— Воронеж: ВГУ, 1983.— 140 с. [4]. 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). [5]. Карамышев В. Р., Попов Е. М. Расчет динамических нагрузок деталей привода сельхозмашин с упруго-предохранительной муфтой // Науч. тр. / ВСХИ.— 1976.— Т. 75.— С. 42—45. [6]. Кожевников С. Н. Динамика машин с упругими звеньями.— Киев: АН УССР, 1961.— 160 с.

УДК 630*892.2

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ВАРЬИРОВАНИЯ МАССЫ ЯГОД КЛЮКВЫ

(*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.)

Т. В. ЛУБОВА, И. В. БОЧАРОВ

ВНИИЛМ

Продовольственная программа СССР поставила перед лесным хозяйством задачу интенсификации заготовок и воспроизводства недревесных ресурсов леса. Одна из наиболее перспективных для хозяйственного освоения дикорастущих ягод — клюква. Она обладает ценными пищевыми и лекарственными свойствами, хорошо транспортируется и хранится.

Урожайность клюквы определяется через число ягод на единице площади и среднюю массу одной ягоды. Вторая характеристика считается одной из важнейших. Исследования закономерностей распределения и варьирования этого показателя необходимы для объективной и детальной оценки запасов клюквы.

Экспериментальный материал собирали в полевой период 1984 г. на клюквенных болотах Московской и Калининской областей, их лесоводственная характеристика представлена в табл. 1.

Методика эксперимента заключалась в закладке учетных площадок размером 1 м² методом систематической выборки и сбором зрелых ягод на них. Из числа собранных ягод отбирали три образца по 150 ягод. Каждую ягоду взвешивали на весах ВЛК-500 с точностью 0,01 мг. Математико-статистический анализ экспериментального материала проводили по программе РД1 «Выбор закона распределения одномерной случайной совокупности» на ЭВМ ЕС-1030. Результаты его позволяют выявить распределение,

Таблица 1

Лесоводственная характеристика клюквенных болот

Но- мер объ- екта	Район исследования	Тип питания	Тип условий местопрораста- ния	Травяно-кустарнич- ковая раститель- ность
I	Калининская область, Жарковский район	Олиго- трофный	Сосняк сфагно- во-кустарнич- ковый	Мирт, пушица, клюква
II	То же	»	То же	Багульник, подбел, пушица, клюква
III	Калининская область, Торопецкий район	»	»	Пушица, мирт, ба- гульник, подбел, клюква
IV	Московская область, Загорский район	Мезо- трофный	Осоко-сфагно- вое болото	Осока, тростник, вахта, клюква

наиболее согласующееся с эмпирическим по критерию согласия Колмогорова, и дать оценку основных статистик.

Эмпирическое распределение массы ягод по критерию Колмогорова лучше всего согласуется с нормальным и логнормальным видом распределений по ряду выборок. Анализ данных показывает, что нет оснований отвергнуть гипотезу нормального распределения массы ягод клюквы в генеральной совокупности.

Точность определения урожайности клюквы на болоте при выборочно-измерительном способе учета устанавливаются по формуле

$$P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$$

где P_1 — точность определения массы одной ягоды;

P_2 — точность определения числа ягод на единице площади.

Значение P_2 зависит от числа учетных площадок, на которых подсчитывают число ягод. Эти работы очень трудоемки. Поэтому целесообразно определять более точно среднюю массу одной ягоды, что даст возможность при том же числе учетных площадок значительно увеличить точность определения урожая клюквы. На практике среднюю массу одной ягоды находят взвешиванием навески в 100 шт. В табл. 2 представлены нормативы точности определения средней массы одной ягоды при различных объемах выборки для двух порогов вероятности.

При переработке дикорастущих ягод клюквы получают продукцию в большом ассортименте. Каждый вид ее характеризуется различными затратами на производство, дает определенную прибыль от реализации, имеет свою рентабельность. В табл. 3 приведены некоторые экономические показатели переработки клюквы по отдельным видам продукции на Вологодской перерабатывающей базе.

Таблица 2

Нормативы точности определения средней массы одной ягоды клюквы

Число взвешиваний навесок в 100 ягод	Норматив точности определения средней массы ягоды при вероятности		Число взвешиваний навесок в 100 ягод	Норматив точности определения средней массы ягоды при вероятности	
	0,68	0,95		0,68	0,95
1	3,1	6,2	9	1,00	2,00
2	2,2	4,4	10	0,98	1,96
3	1,8	3,6	11	0,94	1,88
4	1,6	3,2	12	0,90	1,80
5	1,4	2,8	13	0,86	1,72
6	1,3	2,6	14	0,83	1,66
7	1,2	2,4	15	0,80	1,60
8	1,1	2,2			

Таблица 3

Прибыль от реализации 1 т продукции из клюквы и ее рентабельность

Вид продукции	Расход клюквы на 1 т продукции, кг	Прибыль, р.		Рентабельность, %	
		1983	1984	1983	1984
Клюква, протертая с сахаром	562	192,4	174,4	9,9	7,9
Напиток клюквенный	100	61,8	29,7	8,6	8,7
Клюква в сахарной пудре	348	430	420	8,1	10,8

Как показывают данные таблицы, одним из наиболее доходных видов переработки является производство клюквы в сахарной пудре. Этот вид продукции пользуется повышенным спросом населения. Но изготовление клюквы в сахарной пудре возможно только из наиболее крупных ягод, больше определенного размера. В цехах по переработке выполняется их механизированная сортировка. При планировании возможного объема производства клюквы в сахарной пудре необходимо определять, какая часть из общего объема заготовленной клюквы может быть использована. Эта величина будет существенно меняться в зависимости от региона и периода заготовки ягод.

Для разработки нормативов выхода клюквы определенного размера были составлены ряды редуционных чисел для каждой выборки и объекта. Массу каждой ягоды выражали в долях от средней. Используя уравнение закона нормального распределения, по объектам и для каждой выборки рассчитывали теоретические частоты для редуционных чисел, кратных 0,1. Результаты расчетов (средние по объектам) приведены в табл. 4.

Таблица 4

Распределение численности ягод клюквы
по редуционным числам массы

Редуционное число	Распределение численности ягод, %		Редуционное число	Распределение численности ягод, %	
	по редуционным числам	нарастающим итогом		по редуционным числам	нарастающим итогом
0,1	0,4	—	1,1	11,0	69,5
0,2	0,6	1,0	1,2	10,0	79,5
0,3	1,0	2,0	1,3	8,0	87,5
0,4	2,0	4,0	1,4	5,0	92,5
0,5	4,0	8,0	1,5	3,0	95,5
0,6	7,0	15,0	1,6	2,0	97,5
0,7	8,5	23,5	1,7	1,5	99,0
0,8	11,0	34,5	1,8	0,6	99,6
0,9	12,0	46,5	1,9	0,2	99,8
1,0	12,0	58,5	2,0	0,2	100,0

При планировании выхода клюквы определенного размера следует пользоваться уравнением регрессии, связывающим массу и диаметр ягод клюквы*:

$$P = 0,0088D^2 + 0,0225D + 0,096,$$

где P — масса одной ягоды, г;

D — диаметр ягоды, мм.

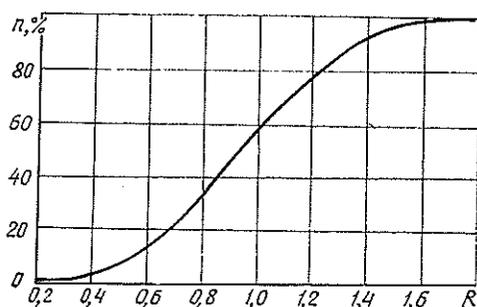
Подставляя в это уравнение диапазон размеров ягод, удовлетворяющих данному виду продукции, находим соответствующую ему массу. Преобразовав значение массы в редуционное число, по кумуляте частот, представленной на рисунке, определяют количество клюквы (%), размеры ягод которой отвечают предъявляемым требованиям.

Результаты изучения закономерностей распределения и варьирования массы ягод клюквы позволяют сделать некоторые выводы.

Распределение частот массы ягод клюквы не имеет существенного отличия от нормального закона. Это обосновывает использование параметрических методов при математико-статистической обработке экспериментального материала в научных работах.

* Лукин И. Н., Чертовской В. Г. Определение урожайности клюквы в условиях лесхозов Архангельской области.— Архангельск: ЦНТИ, 1976.— 2 с.

Кумулята распределения частот массы ягод (R — редуцированное число массы ягоды; n — частота)



Исследование варьирования массы ягод явилось основой для разработки нормативов точности определения его, при различных объемах выборки. Нормативы следует использовать при выборочно-измерительных методах учета урожайности клюквы на болотах.

Выявленные закономерности распределения частот по редуцированным числам массы ягод позволяют оценивать собранную клюкву с позиций выхода из нее различных видов продукции.

Поступила 26 августа 1986 г.

УДК 595.792 : 591.557

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Cyclogastrella deplanata Nees

Н. Ю. ПОДМАРЬКОВ, А. В. ИВАШОВ

Симферопольский государственный университет

При изучении паразитокомплекса куколок зеленой дубовой листовертки (*Tortrix viridana* L.) в Крыму установлено значительное участие в нем паразитов из надсемейства *Chalcidoidea* [3, 4]. *Cyclogastrella deplanata* Nees — один из представителей этого надсемейства. Биология и экология данного вида паразита изучены сравнительно слабо.

Исследование в основном вели на пробной площади, расположенной в окрестностях горы Кагель, в 3 км к северо-западу от Алушты, на высоте 180...200 м над уровнем моря. Тип леса на пробной площадке — свежая грабниково-дубрава. В первом ярусе доминирует дуб скальный. Сомкнутость крон в насаждении составляет в среднем 0,3...0,4. В ходе исследования собирали куколок листогрызущих вредителей дуба, из которых сравнительно высокую численность имела только зеленая дубовая листовертка. Собранных куколок идентифицировали, измеряли и по одной особи размещали в пробирки. В марте—октябре периодически проводили кошение энтомологическим сачком на цветущей растительности и листе дуба, а поздней осенью и зимой — обследование возможных мест зимовки. Результаты были обработаны общими методами математической статистики.

Зимующие самки паразита были обнаружены нами в трещинах коры и под отставшей корой дуба. В работе В. И. Буковского [1], проводившего исследования в верхней части горно-лесной зоны Крыма на высоте 650...1000 м над уровнем моря, в качестве мест зимовки для *C. deplanata* указывается подстилка букового леса и полости под отставшей корой ясеня. В апреле-мае самок паразита мы находили на стволах и листе дуба. На цветущей растительности самки не обнаружены. Они либо обходятся без дополнительного питания, как это полагают А. И. Воронцов и Н. Г. Марушина [2], либо, возможно, в качестве источника пищи используют пасть тлей, в обилии имеющуюся на

листве. Заражение куколок листовертки происходит обычно в конце мая. Непосредственные наблюдения показали, что развитие паразитов в куколках зеленой дубовой листовертки в естественных условиях продолжается от 32 до 39 дн. Спаривание происходит вскоре после отрождения. Самки и самцы *C. deplanata* встречаются в насаждениях до октября, однако в июле-августе их численность резко снижается. Учитывая тот факт, что В. И. Буковский [1] находил активных особей паразита в наиболее жаркий период, можно предположить, что *C. deplanata* в конце июня мигрирует из нижней части горно-лесной зоны в верхнюю, имеющую более прохладный и влажный климат. В октябре численность паразита вновь резко снижается. Самцы, вероятно, погибают, а самки уходят на зимовку.

Обобщая данные, полученные за период исследования (1980—1984 гг.), отметим, что плотность популяции зеленой дубовой листовертки изменялась крайне незначительно, тогда как эффективность *C. deplanata* и ее роль в паразитокомплексе весьма существенны. В 1980 г. более 39 % куколок вредителя было поражено *C. deplanata*, которая и доминировала в паразитокомплексе. Однако от года к году процент паразитирования и доля данного вида в паразитокомплексе снижались, причем в 1981 г. — резко, а в последующие годы — медленно, и в 1984 г. только 1,3 % куколок зеленой дубовой листовертки погибло от *C. deplanata*, в то время как от действия других важнейших видов паразитов — около 25 %. Снижение эффективности и относительной роли паразита мы склонны объяснять реакцией *C. deplanata* на погодные условия в период окукливания хозяина. В 1980 г., в отличие от 1981—1984 гг., наблюдалась сравнительно прохладная, пасмурная погода, оказавшая негативное влияние на активность других видов паразитов, но благоприятная для *C. deplanata*.

Таким образом, данный вид паразита обладает своеобразной реакцией на погодные условия, что является важным фактором, обеспечивающим сбалансированность всего паразитокомплекса зеленой дубовой листовертки в Горном Крыму. Отметим также, что в отличие от других важнейших видов паразитов листовертки, *C. deplanata* более эффективна в затененных участках. Так, в разреженных участках (сомкнутость крон 0,2...0,3), где от действия паразитов погибло в общей сложности более четверти куколок листовертки, эффективность *C. deplanata* составила около 5,7 %, в то время как в насаждениях с сомкнутостью крон 0,8...0,9 она была единственным паразитом вредителя, и ее эффективность превысила 7,1 %. Сходные реакции на экологические условия — большую активность лёта при пасмурной погоде и в затененных местах — отметили А. И. Воронцов и Н. Г. Марушина [2].

C. deplanata — групповой эндопаразит; из одной особи хозяина отрождается несколько или много особей паразита. В сборах В. И. Буковского [1] из одной куколки зеленой дубовой листовертки вылетало до 46 особей *C. deplanata*, а в наших сборах — от 2 до 57. Корреляционный анализ связи между диаметром куколок хозяина и числом особей паразитов, проведенный отдельно для куколок самцов и самок, показал наличие значимой ($p < 0,01$) умеренной положительной связи. Коэффициенты корреляции соответственно равны +0,39 и +0,53. Из одной куколки хозяина отрождаются, как правило, паразиты обоих полов. Проведенный нами анализ связи между долей самок в потомстве паразита и диаметром куколок листовертки показал отсутствие достоверной корреляции между этими показателями. Коэффициенты корреляции для куколок самок и самцов соответственно равны +0,03 и +0,08. В то же время между числом паразитов, отродившихся из одной особи хозяина, и долей самок среди них обнаружена умеренная отрицатель

ная корреляция. Для куколок самок коэффициент корреляции равен $-0,37$ ($p < 0,05$), для куколок самцов $-0,42$ ($p < 0,01$).

Таким образом, при увеличении размеров особей хозяина растет число отрождающихся паразитов и уменьшается доля самок среди них, что можно рассматривать как результат коадаптации в системе хозяин — паразит.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Буковский В. И. Население беспозвоночных, преимущественно вредителей, листвы дуба в Крымском заповеднике // Тр. / Крым. гос. заповедник.— 1940.— Вып. 2.— С. 39—169. [2]. Воронцов А. И., Марушина Н. Г. Паразиты лунки серебристой // Вопросы защиты леса: Науч. тр. / МЛТИ.— 1971.— Вып. 38.— С. 27—36. [3]. Ивашов А. В., Подмарьков Н. Ю. Состав и эффективность паразитокомплекса куколочной стадии зеленой дубовой листовертки в Крыму // Тез. докл. IX съезда ВЭО.— Киев: Наукова думка, 1984.— С. 195. [4]. Подмарьков Н. Ю. К вопросу об эффективности паразитов куколочной стадии дубовой зеленой листовертки // Экосистемы Горного Крыма, их оптимизация и охрана.— Симферополь: СГУ, 1983.— С. 186—189.

Поступила 23 декабря 1986 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.143.58

О МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
УДЕРЖИВАЮЩЕЙ СИЛЫ ПРОТИВОУГОННЫХ СРЕДСТВ

С. И. МОРОЗОВ

Архангельский лесотехнический институт

Угон пути, возникающий при сложном взаимодействии пути и подвижной нагрузки, в настоящее время изучен достаточно хорошо [1—3], однако некоторые вопросы расчета требуют уточнения. В статье рассмотрена задача по определению удерживающей силы противоугонных средств для звеньевого пути с учетом нелинейных свойств сил сопротивления перемещению шпал вдоль пути и при условии, что противоугонные средства исключают возможность проскальзывания рельсов по шпалам.

Как известно, угон пути зависит от ряда факторов. В общем случае суммарное перемещение точек подошвы рельса по основанию λ равно [3, с. 122]

$$\lambda = \xi + \eta + \chi, \quad (1)$$

где ξ — перемещение, вызванное действием продольных сил;
 η — разность между длиной кривой оси пути при изгибе и ее проекцией на ось x ;
 χ — перемещение точек подошвы рельса при повороте сечений рельса в результате изгиба.

Величина η имеет второй порядок малости по сравнению с ξ и χ [3, с. 134], поэтому ею обычно пренебрегают. Таким образом,

$$\lambda = \xi + \chi. \quad (1a)$$

При смещении основания вместе с рельсами возникают силы сопротивления, обусловленные сопротивлением балласта перемещению шпал. На основании опытов по смещению вдоль пути одиночных шпал длиной 150 см в песчаном мелкозернистом балласте получена следующая зависимость:

$$R = (268,27 + 127,3Q_{ш}^{0,203}) \delta^{0,675}, \quad (2)$$

где R — сила сопротивления, даН;
 $Q_{ш}$ — вертикальная нагрузка на шпалу, даН;
 δ — перемещение шпалы вдоль пути, см.

Можно предположить, что для других типов шпал и балласта зависимость $R = R(Q_{ш}, \delta)$ имеет аналогичный вид, т. е. в общем случае:

$$R = (A + BQ_{ш}^m) \delta^\alpha, \quad (2a)$$

где A, B, m, α — эмпирические коэффициенты.

Для пути с костыльным скреплением на участках отрицательного прогиба $Q_{ш} = 0$. В этом случае формула (2a) принимает вид

$$R = A\delta^\alpha$$

и определяет сопротивление перемещению одиночной ненагруженной шпалы

В зоне положительного прогиба $Q_{ш} \neq 0$, и по формуле (2а) находят сопротивление перемещению одиночной нагруженной шпалы.

Вертикальную нагрузку на шпалу вычисляют по обычной методике

$$Q_{ш} = kl \sum_{i=1}^n Q_i \eta_i, \quad (3)$$

где n — число колес;
 k — коэффициент относительной жесткости основания и рельса;
 l — расстояние между шпалами;
 Q_i — вертикальная нагрузка на колесо;
 $\sum_{i=1}^n Q_i \eta_i$ — система эквивалентных грузов при определении прогибов.

Смещению рельса по шпале противодействует сила трения $P_{ш}$, максимальная величина которой:

$$P_{ш} = Q_{ш} f, \quad (4)$$

где f — коэффициент трения скольжения.

Если $P_{ш} \geq R$, то подошва рельса не может проскользнуть по шпале, и она смещается вместе с рельсом. Если $P_{ш} < R$, то для предотвращения проскальзывания необходимо установить противоугонные устройства, обеспечивающие надежную связь рельсов с основанием.

Усилie

$$\Delta P = R - P_{ш} > 0 \quad (5)$$

должно восприниматься противоугонными устройствами и определяет требования к их удерживающей силе.

Рассмотрим сначала действие по отдельности изгиба и продольных сил, а затем их совокупное влияние. На возможность такого подхода указано в работе [2, с. 135] (быстрые и медленно протекающие процессы).

Влияние изгиба рельсов. Перемещение точек подошвы рельса при повороте их сечений

$$\chi = \frac{k^2 z_n}{2U} \sum_{i=1}^n Q_i \lambda_i, \quad (6)$$

где z_n — расстояние от нейтральной оси до подошвы рельса;
 U — модуль деформации основания;

$\sum_{i=1}^n Q_i \lambda_i$ — система эквивалентных грузов при определении поворотов сечений.

Учитывая отсутствие проскальзывания подошвы рельса по основанию, определим по уравнению (2) силу сопротивления R на каждой шпале (полагая $\delta = \chi$), а также силу трения — по уравнениям (3) и (4) и ΔP — по уравнению (5).

В табл. 1 приведены результаты расчета для участка звеньевго пути длиной 800 см, уложенного рельсами Р24. Исходные данные: $k = 0,0111 \text{ см}^{-1}$; $U = 59 \text{ даН/см}^2$; $f = 0,2$; $z_n = 5,36 \text{ см}$. Внешнее воздействие — одиночная ось (рис. 1, а) и система из двух осей (тележка) (рис. 2, а). Нагрузка на колесо — $Q = 2\,500 \text{ даН}$ (тепловоз ТУ-7).

Данные, приведенные в табл. 1, показывают, что почти на всем протяжении зоны положительных прогибов выполняется условие $P_{ш} > R$, т. е. связь подошвы рельса с основанием обеспечивают силы трения.

Таблица 1

Номер шпалы (рис. 1а, 2а)	Однoчная ось				Система из двух осей						
	kx	x	$Q_{ш}$	$P_{ш}$	R'	ΔP	x	$Q_{ш}$	$P_{ш}$	R	ΔP
7	0	0	1585,7	317,1	0	—	0,002957	1926,5	385,3	16,87	—
8	0,6343	0,004397	1175,7	235,1	20,60	—	0,005676	1217,7	243,5	24,59	—
9	1,2686	0,003756	558,5	111,7	16,79	—	0,004018	498,5	99,7	17,32	—
10	1,9028	0,001973	146,5	29,3	9,24	—	0,001836	83,4	0	8,26	—
11	2,5371	0,000629	0	0	1,85	1,85	0,000439	0	0	1,45	1,45
12	3,1714	0,000018	0	0	1,65	1,65	0,000142	0	0	0,68	0,68

Примечание. 1. Значения всех сил приведены в деканьютонгах; перемещения — в сантиметрах. 2. В зоне отрицательного прогиба принято $Q_{ш} = 0$ ($P_{ш} = 0$). 3. Прочерки соответствуют случаям $P_{ш} > R$.

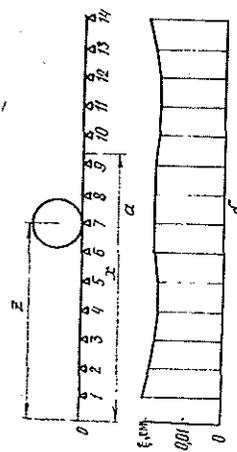


Рис. 1. Воздействие на звено одиночной оси: а — расчетная схема; б — эпюра перемещений звена при нагрузке на ось $T = 500$ даН

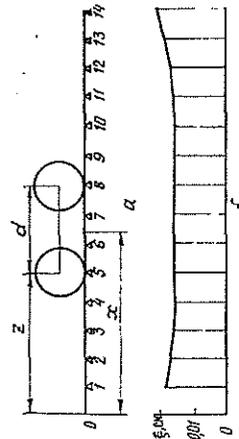


Рис. 2. Воздействие на путь двух осей: а — расчетная схема; б — эпюра перемещений звена при нагрузке на ось $2T = 500$ даН

Как установлено дополнительным анализом, граница участка проскальзывания ($P_{ш} = R$), а также сечение, в котором ΔP имеет максимальное значение, находятся в зоне положительного прогиба. Для границы проскальзывания $kx_{п1} = 2,2425$ (одиночная ось) и $kz_{п1} = 2,0416$ (система из двух осей), где $z_{п1}$ — расстояние от границы до первого по ходу движения колеса. Максимуму ΔP соответствуют условия: $kx_m = 2,3495$ ($\Delta P_{max} = 3,41$ даН) и $kz_m = 2,1426$ ($\Delta P_{max} = 4,03$ даН).

В рассмотренном примере (очевидно, и в других случаях) значение ΔP_{max} , определяющее удерживающую силу противоугонов, сравнительно невелико, так как перемещение точек подошвы χ по абсолютной величине мало. Это усиливает, в принципе, может быть воспринято костыльным промежуточным скреплением при плотном прижатии подошвы рельса к шпале. Однако на практике противоугонная способность костыльного скрепления равна нулю из-за наддергивания костылей и износа костыльных отверстий. Поэтому для предотвращения проскальзывания рельсов по шпалам при изгибе рельсов необходимо установить противоугонные средства, хотя бы в виде пружинных клемм.

Полученные результаты не противоречат данным других исследований. Так, в работе [3, с. 138] отмечено, что «...при упругом взаимодействии рельса и подрельсового основания максимальные силы в зоне идущего поезда весьма незначительны и их можно не учитывать».

Отметим в заключение, что значения ΔP_{max} для одиночного рельса и системы из двух колес различаются незначительно.

Влияние продольных сил. Продольные силы T действуют на головку рельса при движении поездов (силы тяги, торможения, сопротивления движению). Наибольшие значения сил тяги и торможения ограничиваются по сцеплению

$$T_{max} = Q_{сц} \psi, \quad (7)$$

где $Q_{сц}$ — сцепной вес тепловоза или вагона;
 ψ — коэффициент сцепления.

На участках звеньевом пути при хорошей связи рельса со шпалами под действием силы T они сдвигаются совместно на величину ξ [2, с. 407].

Расчетное уравнение равновесия имеет вид

$$T = \sum_{i=1}^N R_i, \quad (8)$$

где R_i — сопротивление сдвигу отдельных шпал звена;
 N — число шпал в пределах звена.

Выражая R_i по уравнению (2а), получим ($\delta = \xi$):

$$T = [B(Q_{ш1}^m + Q_{ш2}^m + \dots + Q_{шN}^m) + AN] \xi^2, \quad (8a)$$

где $Q_{шi}$ ($i = \overline{1, N}$) — вертикальная нагрузка на шпалы, определяемая по уравнению (3).

Для заданных силы T и нагружения пути внешней нагрузкой по уравнению (8а) можно найти ξ (значение ξ зависит от положения осей, эпюры ξ показаны на рис. 1, б и 2, б), затем по уравнению (2) — силу сопротивления R и, наконец, дополнительное удерживающее усилие ΔP . Расчет ΔP для схемы нагружения, показанной на рис. 1, а, при $Q = 2500$ даН, $N = 14$ и характеристиках пути для первого случая приведен в табл. 2.

Можно отметить, что сила R возрастает на каждой шпале пропорционально силе T . На значительном протяжении зоны положительного прогиба сила трения больше силы сопротивления, т. е. сила трения обеспечивает надежную связь рельса со шпалой. Однако вблизи границы этой зоны условие $P_{ш} \geq R$ не выполняется, поэтому для предотвращения проскальзывания необходима установка противоугонных средств. Значение усилия, воспринимаемого ими, зависит от положения колеса по отношению к данной шпале. При некотором их взаимном расположении сила ΔP достигает максимального значения ΔP_{max} . Для рассмотренного примера значение ΔP_{max} приведено в табл. 3.

Таблица 2

Но- мер шпа- лы (рис. 1, а)	$P_{ш}$	$T = 250$ $\xi = 0,00716$		$T = 500$ $\xi = 0,01999$		$T = 750$ $\xi = 0,03645$		$T = 1\,000$ $\xi = 0,05582$	
		R	ΔP	R	ΔP	R	ΔP	R	ΔP
		7	317,1	29,8	—	59,6	—	89,4	—
8	235,1	28,6	—	57,2	—	85,9	—	114,5	—
9	111,7	26,0	—	51,9	—	77,8	—	103,8	—
10	29,3	22,0	—	44,1	14,8	66,1	36,8	88,2	58,9
11	0	9,6	9,6	19,1	19,1	28,7	38,2	38,2	38,2

Примечание. Прочеркам соответствует условие $P_{ш} > R$. Все силы — в деканьютонах, перемещения — в сантиметрах.

Таблица 3

Одиночная ось				Система из двух осей			
T , даН	ξ , см	ΔP_{max} , даН	kx_m	T , даН	ξ , см	ΔP_{max} , даН	kx_m
250	0,00716	14,90	2,3278	500	0,01560	26,50	2,1026
500	0,01999	31,86	2,2834	1 000	0,04357	57,00	2,0456
750	0,03645	49,87	2,2432	1 500	0,07945	89,52	1,4921
1 000	0,05582	66,64	2,2024	2 000	0,12167	123,51	1,9251

Безразмерная величина kx_m определяет такое положение колеса по отношению к рассматриваемой шпале, когда ΔP достигает максимального значения.

Для одной и той же конструкции пути и вида подвижной нагрузки на звено перемещения его для различных значений T связаны зависимостью

$$\xi = \left(\frac{T}{T_1}\right)^{1/2} \xi_1. \quad (9)$$

Пусть, например, $T_1 = 250$ даН и $\xi_1 = 0,00716$ см. Тогда при $T = 750$ даН имеем

$$\xi = \left(\frac{750}{250}\right)^{1/2} \cdot 0,00716 = 5,0915 \cdot 0,00716 = 0,03645 \text{ см.}$$

Отметим также, что значения ΔP_{max} существенно больше, чем полученные выше при изгибе рельсов, т. е. удерживающая сила противоугонных средств определяется, в основном, их способностью воспринимать продольные силы T .

Так как значения kx_m , полученные при раздельном действии изгиба и продольных сил в общем случае, не совпадают, то удерживающую силу противоугонных средств нельзя находить простым суммированием значений ΔP_{max} при действии каждого фактора в отдельности.

Дополнительным анализом установлено, что при увеличении или уменьшении числа шпал на звено значение ΔP_{max} снижается или повышается примерно пропорционально числу шпал. При одном и том же значении T увеличение внешней нагрузки приводит к уменьшению ΔP_{max} , что объясняется ростом сил трения в зоне положительного прогиба.

Наконец, значение ΔP_{max} увеличивается примерно пропорционально числу осей, воздействующих на звено, так как возрастает суммарное значение продольной силы.

Совместное влияние изгиба и продольных сил. В этом случае уравнение равновесия сил, действующих на звено, имеет вид:

$$T = \sum_{i=1}^N (A + BQ_{шi}^m) (\xi + \chi_i)^a. \quad (10)$$

На участке положительного прогиба $Q_{шi}$ определяется по уравнению (3), на участке отрицательного прогиба $Q_{ш} = 0$. Значение χ_i на каждой шпале находят по уравнению (6).

Уравнение (10) — нелинейное, и его удобно решать следующим методом: задать значение ξ и определить силу T . Если оно не равно данному значению продольной силы, то изменяют ξ и вычисление повторяют до тех пор, пока не будет достигнуто равенство обеих частей уравнения.

В табл. 4 приведены результаты вычислений для одиночной оси при $Q = 2500$ даН и 14 шпалах на звено.

Таблица 4

T , даН	ξ , см	ΔP_{max} , даН	kx_m
250	0,00508	13,20	2,3278
500	0,01786	30,60	2,2834
750	0,03430	48,85	2,2432
1 000	0,05369	67,82	2,2024

По сравнению с данными, приведенными в табл. 3, где рассмотрено влияние только продольной силы T , значение ΔP_{max} немного уменьшилось, хотя, на первый взгляд, должно было бы увеличиться. Это объясняется тем, что на той шпале, для которой мы определяли ΔP_{max} , перемещение точек подошвы рельса χ направлено в обратную сторону по сравнению с изменением величины ξ . На других шпалах звена значения величины χ и ξ могут суммироваться, и общее сопротивление основания перемещению рельса удовлетворяет равенству (10).

Таким образом, изложенная методика определения удерживающей силы противоугонных средств позволяет оценить влияние отдельных факторов на значение этой силы и их совместное действие. Используя ее, можно определить значение удерживающей силы противоугонных средств для различных видов конструкции пути и различных видов внешнего его нагружения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Альбрехт В. Г. О продольных силах, возникающих на поверхности соприкосновения подошвы рельса и основания при проходе колес подвижного состава // Тр. МИИТ.— 1955.— Вып. 80/1.— С. 3—111. [2]. Вериго М. Ф., Коган А. Я. Взаимодействие пути и подвижного состава.— М.: Транспорт, 1986.— 559 с. [3]. Коган А. Я. Продольные силы в железнодорожном пути // Тр. ВНИИЖТ.— 1967.— Вып. 332.— С. 3—168.

Поступила 28 августа 1987 г.

УДК 621.828.3 : 62-192

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ БАЛАНСИРОВ ЛЕСНЫХ МАШИН

*А. В. ПИТУХИН, П. А. МАЛИНЕН, В. Н. ШИЛОВСКИЙ,
В. А. АНАСЬЕВ*

Петрозаводский государственный университет, КарНИИЛП

Петрозаводским государственным университетом совместно с КарНИИЛПом в течение 1982—1986 гг. были исследованы причины отказов серийных и внедряемых деталей лесозаготовительной техники. К числу наиболее нагруженных деталей ходовой системы трелевочных тракторов ОТЗ и лесных машин относятся балансиры. В условиях эксплуатации вероятность безотказной работы с доверительной вероятностью 90 % составляет по мотосчетчику 2 080 ч. Поэтому постоянно ведутся работы по повышению надежности балансиров.

Нами исследованы два варианта балансиров, изготовленных из литой заготовки стали 45Л ГОСТ 977—75. Всего использовано 13 балансиров, в том числе 2 кованных и 11 литых. Их отбирали на экспертизу на опорных предприятиях ВПО Кареллеспром, ведущих испытания техники под руководством КарНИИЛПа. Визуальное изучение макроструктуры поверхностей изломов позволило сделать вывод о хрупком разрушении балансиров. Следов видимой пластической деформации и очагов развития усталостных трещин не было обнаружено. Поверхность разрушения характеризовалась выраженным кристаллическим строением.

Химический состав определяли с помощью спектрального анализа на стилоскопе СЛ-11. Полный химический анализ проводили в центральной заводской лаборатории ОТЗ. Данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Наработка, ч	Твердость НВ	Марка стали
1	1 218	156...170	35Л
2	1 781	152...163	40Л
3	561	143...156	30Л
4	2 060	176...192	35Л
5	2 185	146...159	35Л
6	1 799	170...194	40Л
7	2 023	159...192	35Л
8	704	159...187	40Л
9	954	146...207	Химический анализ не проводили
10	990	183...196	То же
11	972	192...217	» »

Содержание углерода в литых балансирах колебалось от 0,28 % (образец № 3) до 0,40 % (образец № 6). Твердость по чертежу должна составлять 156...217 НВ. Практически у всех исследованных деталей она находилась на нижнем уровне, а для балансиров № 2, 3, 5 — даже ниже допустимого. Марка стали (и твердость) кованных балансиров соответствовала чертежу.

Образцы для определения твердости и изготовления микрошлифов вырезали непосредственно из зоны излома. Микроструктура представляла феррито-перлитную смесь с различной величиной зерна. На некоторых микроструктурах явно видна химическая неоднородность стали,

связанная с литевой ликвацией. Следы направленной кристаллизации с вытянутыми зернами феррита имелись в микроструктуре балансира № 3, химический анализ которой показал самое малое содержание углерода. Балансир имел коробчатое сечение, его внутренняя поверхность довольно грубая с неметаллическими включениями, попадающими в поверхностные слои заготовки из стержневого материала. Имелось большое количество раковин, пор и трещин, характерных для литого металла.

Магистральная трещина инициировалась на перечисленных дефектах и развивалась по ферритной сетке. С целью оценки механических свойств стали балансиры испытывали на ударную вязкость и растяжение. Для испытания на ударную вязкость образцы вырезали из стенок балансира в продольном направлении, т. е. по движению трактора. Надрез типа U глубиной 2 мм выполняли перпендикулярно поверхности образца, обращенной к катку. Таким образом обеспечивалась идентичность направления деформирования балансиров при ударных нагрузках в процессе эксплуатации и образцов при испытаниях на маятниковом копре.

При испытаниях определяли критическую температуру хрупкости, однородность механических свойств различных участков работавшего балансира и одноименных зон различных балансиров.

Критическую температуру хрупкости определяли на маятниковом копре МК-30 на 19 образцах, вырезанных из балансира № 3. Перед испытанием образцы помещали в бензин, охлажденный жидким азотом. Температуру измеряли с точностью 1 °С. Температуру ниже комнатной устанавливали с промежутком 20 °С, а вблизи критической температуры — 10 °С. Испытания проводили в соответствии с рекомендациями ГОСТ 9454—78 [2]. Определяли ударную вязкость KCU , сужение ширины образца около надреза $\Delta \sigma = \sigma_{н} - \sigma_{к}$, относительное значение сужения около надреза $COH =$

$= \frac{\Delta b}{b_{н}} \cdot 100 \%$, содержание вязкой составляющей в изломе $B, \%$. В качестве признака критической температуры хрупкости стали принимали снижение вдвое ударной вязкости. По результатам испытаний критическая температура хрупкости $t_{к.х} = -26 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Для выяснения значимости отличия ударной вязкости стали в различных участках одного и того же литого балансира № 7 было изготовлено 4 серии образцов типа U [2], всего 24 образца. Образцы 1—6 соответствовали поверхности II сечения 2, (см. рисунок), 7—12 — поверхности I сечения 1, 13—18 — поверхности I сечения 2, 19—24 — поверхности II сечения 1. Излом балансира произошел в длинном плече вблизи сечения 2. Для исключения влияния случайных факторов испытания проводили в последовательности, соответствующей равномерному закону распределения (см. табл. 7.1а в работе [1]). Результаты испытаний (за исключением резко выделяющегося значения в соответствии с [1]) приведены в табл. 2. Методами дисперсионного анализа определяли значимость различия ударной вязкости по зонам (сериям). Для это-

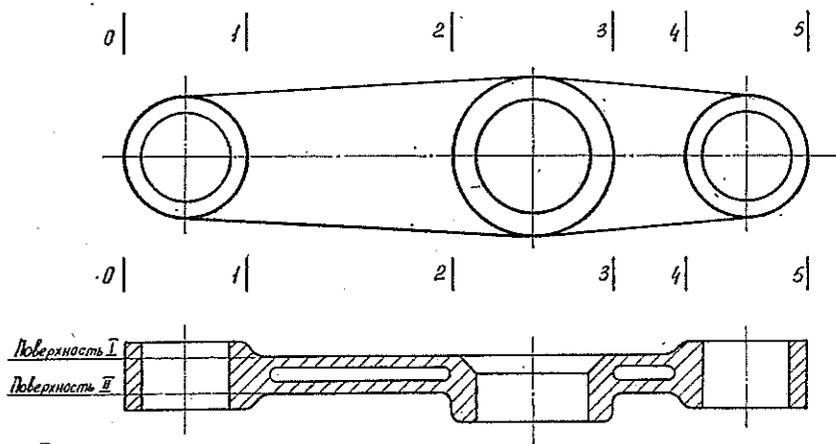


Схема балансира с указанием сечений, в которых исследовали механические свойства

Таблица 2

Но- мер се- рии	Ударная вязкость KCU , кДж/м ² , при испытании образцов						\overline{KCU}_i
	1	2	3	4	5	6	
1	420	381	405	449	397	420	412
2	466	415	425	463	483	X	450
3	391	435	378	383	401	372	393
4	500	385	380	438	469	476	441

го подсчитывали: \overline{KCU}_i — среднюю ударную вязкость в i -й серии; \overline{KCU} — общее среднее, равное 424 кДж/м²; S_1, S_2 — суммы квадратов, характеризующих рассеяние между сериями и внутри них; F — критерий Фишера.

$$S_1 = \sum_1^p n_i (\overline{KCU}_i - \overline{KCU})^2;$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} (KCU_{ij} - \overline{KCU}_i)^2;$$

$$F = \frac{S_1/\nu_1}{S_2/\nu_2},$$

где p — число серий образцов;

n_i — число образцов в i -й серии;

ν_1 — число степеней свободы суммы квадратов S_1 ; $\nu_1 = p - 1$;

ν_2 — число степеней свободы суммы квадратов S_2 с учетом исключения одного наблюдения; $\nu_2 = p(n - 1) - 1$;

n — число образцов в серии без учета исключения резко выделяющихся результатов; $n = 6$.

При $\nu_1 = 3$; $\nu_2 = 19$ получено $S_1 = 11.744$; $S_2 = 21\,050$; $F = 3,72$.

Для уровня значимости $\alpha = 0,05$ и степеней свободы 3 и 19 по табл. 3.5 работы [1] находим критическое значение $F_{0,05} = 3,13$.

Таким образом, полученный результат $F = 3,72 > F_{0,05} = 3,13$ позволяет с вероятностью 95 % сделать вывод о значимости различий ударной вязкости стали на разных участках работающего балансира. Наибольшее значение ударной вязкости получено в сечении 1, наименьшее — в сечении 2. Хрупкий излом балансира произошел именно вблизи сечения 2.

Для определения значимости различий ударной вязкости стали одноименных участков разных балансиров было изготовлено 3 серии образцов по 5 в каждой. Образцы вырезали вблизи сечения 4 из балансиров № 6, 8 и кованого. Испытания проводили при комнатной температуре. Результаты обрабатывали методами дисперсионного анализа.

Критическое значение $F_{0,05} = 2,98$, определенное для уровня значимости $\alpha = 5\%$, не превосходит экспериментального значения $F = 5,82$; что позволяет утверждать с вероятностью 95 % о значимости различия ударной вязкости для различных балансиров.

Для определения прочности материала балансиров на растяжение изготовлены 4 цилиндрических образца по ГОСТ 1497—84 из балансира № 7. Испытания на растяжение проводили при комнатной температуре на разрывной машине Р-10 с максимальным разрывным усилием 98,1 кН. Определяли средние значения предела текучести $\overline{\sigma}_T = 320$ МПа, предела прочности $\overline{\sigma}_B = 550$ МПа, относительного остаточного удлинения $\overline{\delta} = 12\%$ и относительного остаточного сужения $\overline{\Psi} = 20\%$.

Результаты испытаний показали, что характеристики прочности и относительное остаточное удлинение соответствуют требованиям ГОСТ 977—75. Ударная вязкость также удовлетворяет его требованиям (300 кДж/м²).

По результатам комплексных исследований химического состава, структуры и механических свойств литых балансиров, разрушившихся в процессе эксплуатации, можно сделать вывод, что их поломка связана, в основном, с низким качеством отливок, наличием пор, раковин, трещин, неравномерностью толщины стенки полый заготовки, несоответствием химического состава стали чертежу, развитием ликвационной неоднородности по углероду. Большое рассеяние механических свойств литой стали, полученное при испытаниях на ударную вязкость, приводит к значительному разбросу наработки до отказа балансира.

Таким образом, для повышения надежности балансиров необходимо улучшить качество литых заготовок, в первую очередь, усилить контроль химического состава стали по углероду перед заливкой формы. Хороший эффект может дать и термообработка: нормализация или закалка с высоким отпуском. Некоторое повышение надежности при сохранении массы может быть достигнуто статистической оптимизацией геометрических параметров сечений балансира, а также за счет уменьшения технологических отверстий под стержневые знаки.

С учетом наших рекомендаций и результатов других исследований и испытаний завод-изготовитель разработал и внедряет систему мероприятий, направленных на повышение безотказности и долговечности литых балансиров, эффективность которых будет проверена в будущем, и откорректировал норму расхода балансиров в качестве запасных частей.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики. — М.: Наука, 1983. — 416 с. [2]. ГОСТ 9454—78. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенной температурах. Взамен ГОСТ 9454—60, ГОСТ 9455—60 и ГОСТ 9456—60; Введ. 01.01.79 до 01.01.89.— М., Изд-во стандартов, 1982.

Поступила 9 февраля 1987 г.

УДК 625.843.001.24

О РАСЧЕТЕ ОСНОВАНИЙ КОЛЕЙНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

Р. Л. КОРОВКИН

Архангельский лесотехнический институт

При оценке прочности грунтовых оснований под железобетонными плитами вязкость основания учитывают различными моделями. В данной работе сделана попытка оценить влияние различных моделей затухания на напряженное состояние грунтовых оснований. Плиты колейных покрытий рассчитывают как балки на упругом основании.

Расчет балки на упругом основании сводится к решению дифференциального уравнения в частных производных следующего вида [6]:

$$EI(1 + i\gamma) \frac{\partial^4 w(x, t)}{\partial x^4} + b[m\ddot{w}(x, t) + f(x, t)] = q(x, t), \quad (1)$$

где EI — жесткость балки;

$$i = \sqrt{-1};$$

γ — коэффициент вязкости материала плиты;

w — осадка балки;

b — ширина балки;

m — масса балки в расчете на единицу площади опирания;

$f(x, t)$ — неизвестная функция, определяющая упруговязкое сопротивление основания; конкретный вид функции $f(x, t)$ зависит от вида принятой модели основания, его упругих, вязких и инерционных свойств [1];

$q(x, t)$ — динамическая нагрузка произвольного вида.

Введем начальные и граничные условия:

$$\bar{w}(x, 0) = 0; \quad \dot{\bar{w}}(x, 0) = 0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 \bar{w}(x, t)}{\partial x^2} = 0 \Big|_{x=0; x=l}; \quad \frac{\partial^3 \bar{w}(x, t)}{\partial x^3} = 0 \Big|_{x=0; x=l}. \quad (3)$$

В дифференциальном уравнении (1) выполним преобразование Лапласа по времени, учитывая начальные условия (2). Затем поделив его на $EI(1+i\gamma)$, получим:

$$\frac{d^4 \bar{w}(x, s)}{dx^4} + \frac{b[ms^2 \bar{w}(x, s) + \bar{f}(x, s)]}{EI(1+i\gamma)} = \frac{\bar{q}(x, s)}{EI(1+i\gamma)}. \quad (4)$$

Изображения граничных условий (3) примут вид

$$\frac{d^2 \bar{w}(x, s)}{dx^2} = 0 \Big|_{x=0; x=l}; \quad \frac{d^3 \bar{w}(x, s)}{dx^3} = 0 \Big|_{x=0; x=l}. \quad (5)$$

Если имеется возможность представить функцию $\bar{f}(x, s)$ в виде

$$\bar{f}(x, s) = k(s) \bar{w}(x, s),$$

то дифференциальное уравнение (4) можно записать следующим образом:

$$\frac{d^4 \bar{w}(x, s)}{dx^4} + 4\lambda^4(s) \bar{w}(x, s) = \frac{\bar{q}(x, s)}{EI(1+i\gamma)}, \quad (6)$$

где

$$4\lambda^4(s) = \frac{b[ms^2 + k(s)]}{EI(1+i\gamma)}.$$

Дифференциальное уравнение (6) имеет тот же вид, что и известное уравнение изгиба балки на упругом винклеровском основании в условиях статики. Комплексная переменная при этом может рассматриваться как параметр. Роль «коэффициента постели» в уравнении (6) играет выражение $ms^2 + k(s)$.

При известной зависимости $\bar{q}(x, s)$ и граничных условиях (5) уравнение (6) может быть легко решено [3]. Результат решения — $\bar{w}(x, s)$ является изображением Лапласа осадки балки. Действительное значение осадки может быть найдено с помощью формулы обращения или численным методом.

Таким образом, для решения задачи, прежде всего, необходимо установить зависимость $k(s)$.

а) Модель Е. С. Сорокина. Рассмотрим упруговязкое основание с «коэффициентом постели» $c(1+i\psi)$ с учетом вязкости основания по гипотезе Е. С. Сорокина [5]. Основание будем считать весомым с плотностью массы ρ . Модель такого основания можно представить состоящей из большого числа вертикально расположенных, не связанных между собой весомых упруговязких стержней длиной h . На верхние концы стержней опирается балка, а нижние заделаны неподвижно.

Уравнение колебаний стержня, заделанного на одном конце и нагруженного силой $f(x, t)$ на другом, имеет вид:

$$E_{rp}(1+i\psi) \frac{\partial^2 w(x, z, t)}{\partial z^2} - \rho \ddot{w}(x, z, t) = 0. \quad (7)$$

Введем начальные

$$w(x, z, 0) = 0; \quad \dot{w}(x, z, 0) = 0 \quad (8)$$

и граничные условия

$$w(x, 0, t) = 0; \quad E_{rp}(1 + i\psi) \frac{dw(x, h, t)}{dz} = f(x, t). \quad (9)$$

Учитывая начальные условия (8), выполним преобразование Лапласа по времени дифференциального уравнения (7):

$$\frac{E_{rp}(1 + i\psi)}{\rho} \frac{d^2 \bar{w}(x, z, s)}{dz^2} - s^2 \bar{w}(x, z, s) = 0. \quad (10)$$

Изображения граничных условий (9)

$$\bar{w}(x, 0, s) = 0; \quad E_{rp}(1 + i\psi) \frac{d\bar{w}(x, h, s)}{dz} = f(x, s). \quad (11)$$

Решением уравнения (10) в пространстве изображений будет функция [4]

$$\bar{w}(x, z, s) = A e^{-\sqrt{\frac{E_{rp}(1 + i\psi)}{\rho}} \frac{sz}{\rho}} + B e^{\sqrt{\frac{E_{rp}(1 + i\psi)}{\rho}} \frac{sz}{\rho}}. \quad (12)$$

Коэффициенты A и B находим из граничных условий (11)

$$A = -B = \frac{f(x, s) \sqrt{\frac{E_{rp}(1 + i\psi)}{\rho}}}{2sE_{rp}(1 + i\psi) \operatorname{ch}\left(\frac{hs}{\sqrt{\frac{E_{rp}(1 + i\psi)}{\rho}}}\right)}. \quad (13)$$

Подставляя (13) в (12) и учитывая, что для конца стержня (на поверхности $z = h$) $\bar{w}(x, h, s) = \bar{w}(x, s)$ и $E_{rp} = hc$, получим для неизвестной функции выражение:

$$h(s) = s \sqrt{\rho hc(1 + i\psi)} \operatorname{cth}\left(s \sqrt{\frac{\rho h}{c(1 + i\psi)}}\right). \quad (14)$$

б) Модель Максвелла. Предположим, что упруговязкое основание есть бесконечно большое множество упруговязких стержней. Исходным положением является уравнение движения

$$\frac{\partial \sigma(x, z, t)}{\partial z} = \rho \ddot{w}(x, z, t). \quad (7')$$

Допустим, что исследуемый стержень выполнен из вязкоупругого материала, для которого зависимость между напряжением и деформацией соответствует модели Максвелла:

$$\dot{\varepsilon}(x, z, t) = \frac{1}{E_{rp}} \dot{\sigma}(x, z, t) + \frac{1}{\beta} \sigma(x, z, t), \quad (15)$$

где E_{rp} — модуль деформации основания;

β — вязкость основания.

Принимая во внимание, что

$$\varepsilon(x, z, t) = \frac{\partial w(x, z, t)}{\partial z}; \quad \dot{\varepsilon}(x, z, t) = \frac{\partial \dot{w}(x, z, t)}{\partial z},$$

получим:

$$\frac{\partial \dot{w}(x, z, t)}{\partial z} = \frac{1}{E_{rp}} \dot{\sigma}(x, z, t) + \frac{1}{\beta} \dot{\varepsilon}(x, z, t). \quad (16)$$

Введем начальные

$$w(x, z, 0) = 0; \quad \dot{w}(x, z, 0) = 0 \quad (8')$$

и граничные условия

$$w(x, 0, t) = 0; \quad E_{rp} \frac{\partial w(x, h, t)}{\partial z} = f(x, t). \quad (9')$$

Учитывая начальные условия, выполним преобразование Лапласа по времени в выражениях (7') и (16). В результате получим

$$\frac{d\bar{w}(x, z, s)}{dz} = \rho s^2 \bar{w}(x, z, s); \quad (17)$$

$$s \frac{d\bar{w}(x, z, s)}{dz} = \frac{s}{E_{rp}} \bar{\sigma}(x, z, s) + \frac{1}{\beta} \bar{\varepsilon}(x, z, s). \quad (18)$$

Изображения Лапласа граничных условий

$$\bar{w}(x, 0, s) = 0; \quad E_{rp} \frac{d\bar{w}(x, h, s)}{dz} = \bar{f}(x, s).$$

В выражении (18) найдем $\bar{\sigma}(x, z, s)$, определим ее производную по z и, подставив полученное выражение в (17), получим:

$$\frac{E_{rp} \beta s}{\rho (E_{rp} + \beta s)} \frac{d^2 \bar{w}(x, z, s)}{dz^2} - s^2 \bar{w}(x, z, s) = 0. \quad (10')$$

Решение полученного уравнения будет аналогично предыдущей модели основания, поэтому его не приводим, а запишем лишь конечный результат, учитывая, что $E_{rp} = hc$, а $\beta = \mu h$:

$$k(s) = \sqrt{\frac{hc \rho s (c + \mu s)}{\mu}} \operatorname{cth} \sqrt{\frac{hc \rho (c + \mu s)}{\mu}}, \quad (14')$$

где μ — коэффициент вязкости основания.

в) Модель Кельвина — Фойгта. Допустим, что исследуемый стержень выполнен из вязкоупругого материала, для которого зависимость между напряжениями и деформациями соответствует модели Кельвина — Фойгта. Исходное уравнение движения при этом будет вида (7'). Связь между напряжениями и деформациями для данной модели описывается уравнением

$$\sigma(x, z, t) = E_{rp} \varepsilon(x, z, t) + \beta \dot{\varepsilon}(x, z, t), \quad (15')$$

где $\varepsilon(x, z, t) = \frac{\partial w(x, z, t)}{\partial z}$; $\dot{\varepsilon}(x, z, t) = \frac{\partial \dot{w}(x, z, t)}{\partial z}$.

Подставив выражения для $\varepsilon(x, z, t)$ и $\dot{\varepsilon}(x, z, t)$ в (15') и взяв производную по глубине (z), получим выражение:

$$\frac{\sigma(x, z, t)}{\partial z} = E_{rp} \frac{\partial^2 w(x, z, t)}{\partial z^2} + \beta \frac{\partial^2 \dot{w}(x, z, t)}{\partial z^2}. \quad (19)$$

Подставим (19) в уравнение движения (7'). Поделив каждое из слагаемых на плотность массы (ρ), приведем его к виду:

$$\frac{E_{rp}}{\rho} \frac{\partial^2 w(x, z, t)}{\partial z^2} + \frac{\beta}{\rho} \frac{\partial^2 \dot{w}(x, z, t)}{\partial z^2} - \ddot{w}(x, z, t) = 0. \quad (7'')$$

Начальные и граничные условия аналогичны выражениям (8') и (9').

Выполняя в выражении (7'') преобразование Лапласа по времени, принимая во внимание начальные уравнения (8) и объединив подобные члены, получим:

$$\frac{E_{rp} + \beta s}{\rho} \frac{d^2 \bar{w}(x, z, s)}{dz^2} - s^2 \bar{w}(x, z, s) = 0. \quad (10'')$$

Решение уравнения (10'') аналогично решению уравнения (10), поэтому его не приводим, а запишем только конечный результат, учитывая, что $E_{rp} = hc$; $\beta = \mu h$, т. е.:

$$k(s) = s \sqrt{h\rho(c + \mu s)} \operatorname{cth} \left(s \sqrt{\frac{h\rho}{c + \mu s}} \right). \quad (14'')$$

г) Модель Фойгта. В отличие от предыдущей модели вязкость в данном случае учитывается непосредственно в уравнении колебаний балки (1), как это сделано в нашей работе [6]. Не приводя известных выкладок, неизвестную функцию $k(s)$ перепишем из приведенного источника в виде:

$$k(s) = s \sqrt{hc\rho} \operatorname{cth} \left(s \sqrt{\frac{h\rho}{c}} \right). \quad (14''')$$

Подставляя найденные зависимости в уравнение колебаний балки в пространстве изображений и решая его, получим осадку балки. Последовательным дифференцированием полученного выражения можно получить угол поворота, момент изгиба, перерезывающую силу и реакцию основания в пространстве изображений. Для перехода к оригиналам использован численный метод Папулиса [2].

Алгоритм решения задачи запрограммирован для ЭЦВМ «Наири-3-1» на языке Наири-3.

Реализация программы позволяет получить осадки, изгибающие моменты и реакцию основания в различные моменты времени действия импульсной нагрузки.

Нагрузка задается в виде импульса треугольной формы со следующими параметрами: максимальная сосредоточенная сила — 60 кН, время нагружения — 12 с, время разгрузки — 8 с.

На рис. 1 приведена зависимость осадки балки, рассчитанной по разным моделям, от времени действия импульсной нагрузки; точками показана опытная зависимость осадок от времени.

Как видно из рисунка, наиболее точно с опытными данными совпадает теоретическая кривая, рассчитанная по модели Фойгта (кривые 3, 4), особенно ветвь нагружения. Разгрузочная ветвь ближе к модели Е. С. Сорокина (кривая 1). Нагрузочная ветвь осадки по модели Е. С. Сорокина и осадка по модели Максвелла не могут быть использо-

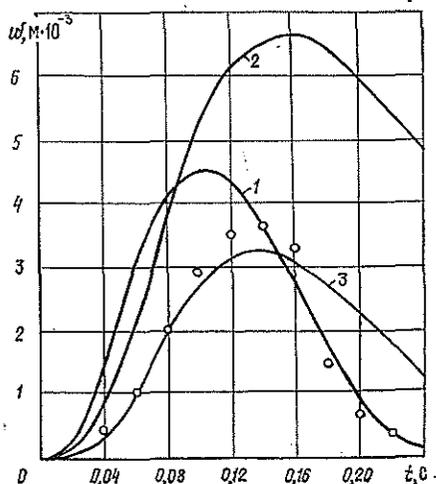


Рис. 1. Зависимость осадки от времени: 1 — по Е. С. Сорокину; 2 — по Максвеллу; 3 — по Кельвину—Фойгту и по Фойгту

ваны для учета вязкости в грунтах. Сказанное можно объяснить, по-видимому, тем, что гипотеза Е. С. Сорокина была предложена для учета неупругого сопротивления жестких тел и не отображает поведения грунтов, находящихся под действием динамических нагрузок. Гипотеза Максвелла, в свою очередь, предназначалась для описания поведения вязких жидкостей.

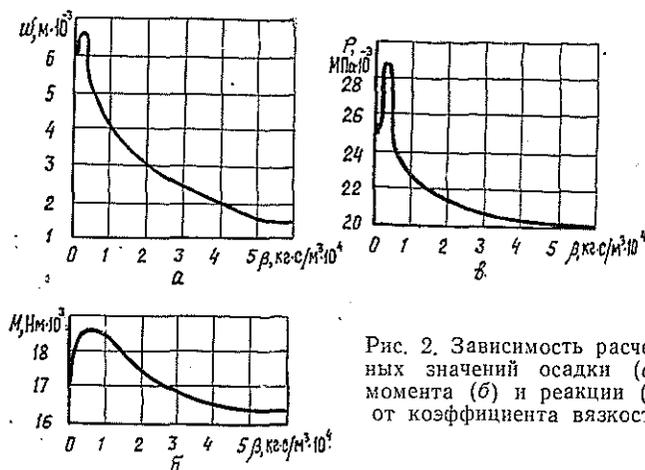


Рис. 2. Зависимость расчетных значений осадки (а), момента (б) и реакции (в) от коэффициента вязкости

На рис. 2 показана зависимость максимальных расчетных значений осадки изгибающего момента и реакции основания от коэффициента вязкости по гипотезе Кельвина — Фойгта. Как видно из графиков, наибольшее влияние коэффициент вязкости оказывает на осадку балки. Причем при увеличении коэффициента вязкости осадка, изгибающий момент и реакция основания сначала возрастают, достигают максимума, а затем начинают уменьшаться. Объяснить это обстоятельство пока довольно затруднительно.

Коэффициент вязкости основания определяли по кривой осадки плиты (рис. 3), рассчитанной для разных коэффициентов вязкости. На данную кривую наносили опытные осадки плиты.

При анализе различных моделей затухания можно сделать вывод, что из рассмотренных моделей наиболее применимы к грунтам гипотезы Кельвина — Фойгта и Фойгта, которые дают удовлетворительные результаты, наиболее сопоставимые с опытом.

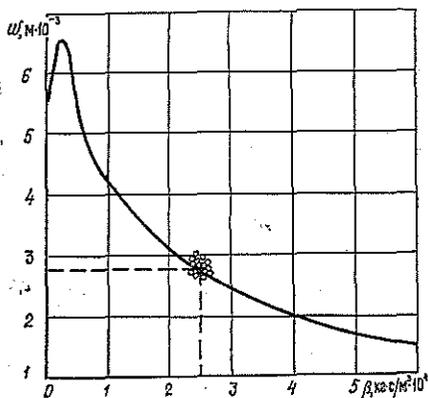


Рис. 3. Зависимость осадки от коэффициента вязкости

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гольдштейн М. Н. Механические свойства грунтов.— М.: Стройиздат, 1971.— 367 с. [2]. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и z -преобразования.— М.: Наука, 1971.— 288 с. [3]. Микеладзе Ш. Е. Некоторые задачи строительной механики.— М.; Л.: Гостехиздат, 1948.— 267 с. [4]. Новацкий В. Динамика сооружений.— М.: Госстройиздат, 1963.— 376 с. [5]. Сорокин Е. С. Динамический расчет несущих конструкций зданий.— М.: Госстройиздат, 1956.— 340 с. [6]. Уваров Б. В., Коровкин Р. Л. Расчет балок на упругом основании, работающих в условиях динамического нагружения // Лесн. журн.— 1970.— № 1.— С. 101—107.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 26 мая 1986 г.

УДК 630*323.13 : 629.11.012.816

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДАРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ ПАКЕТИРОВАНИИ ДЕРЕВЬЕВ НА МАШИНУ

В. К. ХЕГАЙ

Ухтинский индустриальный институт

Правильный выбор защитных средств от ударов и вибрации — одна из важнейших проблем при создании валочно-пакетирующих машин (ВПМ). Для смягчения удара при пакетировании деревьев на ВПМ целесообразно на корпусе машины устанавливать амортизирующие приемные устройства (ПУ) [5]. Как показали исследования [5, 6], параметры подвесок корпуса базовой машины, эквивалентная жесткость которых значительно больше жесткости подвески ПУ, не оказывают существенного влияния на динамику приемного устройства при ударном воздействии дерева на ВПМ. Параметры же ПУ существенно влияют на динамику корпуса машины.

В работе [5] рассмотрен вопрос об определении ударно-динамических нагрузок, передающихся на ВПМ при ударном воздействии в случае линейной амортизации ПУ. При сильных ударах, вызывающих колебания системы за пределы линейности, линейные амортизаторы уже не защищают систему от виброударных воздействий.

В настоящей работе исследованы ударно-динамические нагрузки, передающиеся на корпус ВПМ при нелинейном амортизаторе ПУ.

Предположим, что ударное воздействие дерева на ПУ имеет форму полуволны синусоиды [3], а реакция амортизатора определяется зависимостью:

$$N(y, \dot{y}) = cy + ey^3 + \beta \dot{y}, \quad (1)$$

где c , e и β — коэффициенты пропорциональности.

Пренебрегая влиянием подвесок корпуса машины на динамику ПУ и заменяя распределенную массу дерева двумя дискретными массами m_1 и m_2 [1, 2, 6], расчетную схему для исследования ударного воздействия дерева на ВПМ представим в виде, показанном на рис. 1.

Массы m_1 и m_2 сосредоточены в точках соударения дерева с ПУ и неподвижной опорой (земля, прицеп). Предположим, что удар дерева о ПУ — неупругий, а ударная сила изменяется по закону

$$P(t) = P_0 \sin \frac{\pi}{\tau} t, \quad (2)$$

P_0 — максимальная ударная сила;
 τ — время удара.



Рис. 1. Расчетная схема

В этом случае дифференциальное уравнение движения ПУ запишется в виде

$$M\ddot{y} + c_3 y + e y^3 + \beta \dot{y} = P_0 \sin \frac{\pi}{\tau} t, \quad (3)$$

где $M = m_0 + m_1$ — суммарная масса части дерева и приемного устройства;

$m_1 = \frac{l_2}{l_0} m_0$ — первая дискретная масса дерева, приведенная к точке соударения с ПУ;

m_0 — масса дерева;

$c_3 = c + c_n$ — приведенный коэффициент жесткости амортизатора и дерева.

Для решения уравнения (3) воспользуемся дельта-методом [3, 4]. Уравнение движения (3) перепишем в виде

$$\ddot{y} + k^2 y + b y^3 + n \dot{y} = H \sin \frac{\pi}{\tau} t, \quad (4)$$

где $k^2 = \frac{c_3}{M}$; $b = \frac{e}{M}$; $n = \frac{\beta}{M}$; $H = \frac{P_0}{M}$.

Введя безразмерное время $\Theta = kt$ и обозначив

$$\frac{dy}{d\Theta} = v; \quad \frac{d^2 y}{d\Theta^2} = \frac{dv}{d\Theta} = \frac{v dv}{dy},$$

представим выражение (4) в следующем виде:

$$v \frac{dv}{dy} = \delta(y, v, t) - y. \quad (5)$$

Здесь

$$\delta(y, v, t) = \frac{H \sin \frac{\pi}{\tau} t - nk v - b y^3}{k^2}. \quad (6)$$

Разбив интервал $[0, T]$, на котором ищем решение, на N малых интервалов $[0, t_1]$, $[t_1, t_2]$, $[t_2, t_3]$, ..., $[t_{n-1}, T]$ и полагая в течение каждого интервала $[t_i, t_{i+1}]$ значение функции $\delta(y, v, t)$ постоянным и равным ее значению в начале этого интервала, найдем для i -го интервала:

$$\delta_i = \frac{H \sin \frac{\pi}{\tau} t_{i-1} - nk v_{i-1} - b y_{i-1}^3}{k^2}. \quad (7)$$

Интегрируя уравнение (5) как дифференциальное с разделяющимися переменными, получаем уравнение участка фазовой траектории, соответствующего i -му интервалу времени:

$$v^2 + (y - \delta_i)^2 = C_i^2. \quad (8)$$

Это дуга окружности, координаты центра которой:

$$y = \delta_i; \quad v = 0, \quad (9)$$

а радиус

$$R_i = C_i = \sqrt{(y_{i-1} - \delta_i)^2 + v_{i-1}^2}. \quad (10)$$

Из уравнения (9) следует, что все центры дуг окружностей элементов фазовой траектории лежат на оси абсцисс.

Угол $\Delta\varphi_i$, соответствующий дуге на i -м участке, определяем зависимостью [3]:

$$\Delta\varphi_i = k\Delta t_i. \quad (11)$$

Построение фазовой траектории начинаем с точки, имеющей координаты $y_0 = 0, v_0 = 0$, определяемые начальными условиями при $t = 0$. Подставляя значения y_0 и v_0 в выражение (7), находим δ_1 . Значение δ_1 определяет центр дуги окружности первого элемента фазовой траектории на оси абсцисс. Теперь из этого центра радиусом $R_1 = \delta_1$ проводим дугу окружности из начальной точки фазовой траектории с углом раствора $\Delta\varphi_1$. Таким образом определяем первый элемент фазовой траектории. Далее, снимая с чертежа новые значения фазовых координат y_1 и v_1 и подставляя их в выражение (7), находим δ_2 , а следовательно, положение нового центра дуги окружности. С помощью этого центра строим второй элемент фазовой траектории и т. д. Точки пересечения траектории с осью абсцисс будут соответствовать минимуму и максимуму деформации амортизатора.

Определим максимальную ударно-динамическую нагрузку при следующих параметрах системы: $M = 254$ кг; $c_s = 2 \cdot 10^5$ Н/м; $e = 2 \cdot 10^8$ Н/м²; $\beta = 6 \cdot 10^3$ Н·с/м; $P_0 = 1,5 \cdot 10^4$ Н; $\tau = 0,03$ с.

В рассматриваемом примере $k = 28,06$ с⁻¹; $v = 787401,57$ м⁻² с⁻²; $n = 23,62$ с⁻¹; $H = 59,055$ м·с⁻²; $\Delta t = 0,004$ с; $\Delta\varphi_i = 6^\circ 26'$.

На рис. 2 построена фазовая траектория в координатах y и v . Вычисления функции $\delta(y, v, t)$ сведены в таблицу.

Как видно из рисунка, y принимает максимальное значение при $v = 0$. Тогда, имея в виду соотношение $v = \frac{dy}{d\theta} = \frac{1}{k} \dot{y}$, получим, что $y = y_{max}$ при $\dot{y} = 0$.

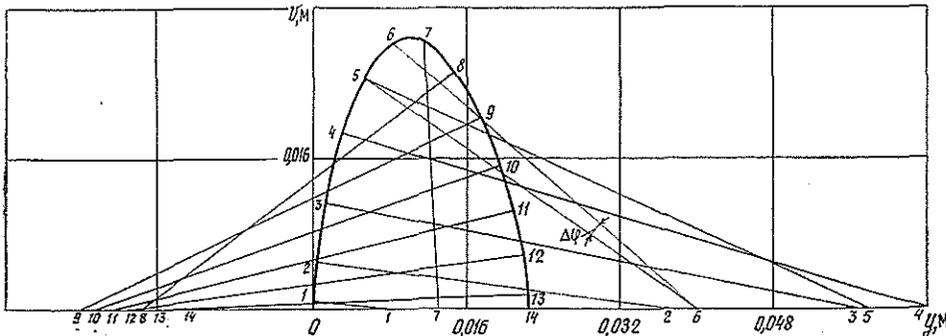


Рис. 2. Фазовая траектория системы

t	$\sin \frac{\pi}{\tau} t$	$H \sin \frac{\pi}{\tau} t$	v	nk	nkv	y	y^2	ey^2	k^2	δ
0,001	0,105	6,173	0	661,525	0	0	0	0	784,4	$7,9 \cdot 10^{-3}$
0,005	0,5	29,53	$9 \cdot 10^{-4}$	661,525	0,595	0	0	0	784,4	$36,9 \cdot 10^{-3}$
0,009	0,809	47,781	$5 \cdot 10^{-3}$	661,525	3,308	$5 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-10}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	784,4	$56,7 \cdot 10^{-3}$
0,013	0,978	57,769	$11,5 \cdot 10^{-3}$	661,525	7,607	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$	$1,73 \cdot 10^{-3}$	784,4	$63,9 \cdot 10^{-3}$
0,017	0,978	57,769	$18,8 \cdot 10^{-3}$	661,525	12,437	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$27 \cdot 10^{-9}$	$21,26 \cdot 10^{-3}$	784,4	$57,8 \cdot 10^{-3}$
0,021	0,809	47,781	$24,6 \cdot 10^{-3}$	661,525	16,274	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$1,49 \cdot 10^{-7}$	$11,72 \cdot 10^{-2}$	784,4	$40,1 \cdot 10^{-3}$
0,025	0,5	29,53	$28,4 \cdot 10^{-3}$	661,525	18,787	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$5,93 \cdot 10^{-7}$	$46,67 \cdot 10^{-2}$	784,4	$13,1 \cdot 10^{-3}$
0,029	0,105	6,173	$28,7 \cdot 10^{-3}$	661,525	18,986	$11,7 \cdot 10^{-3}$	$16,016 \cdot 10^{-7}$	1,26	784,4	$17,9 \cdot 10^{-3}$
0,033	—	—	$25 \cdot 10^{-3}$	661,525	16,538	$14,18 \cdot 10^{-3}$	$32,42 \cdot 10^{-7}$	2,553	784,4	$24,3 \cdot 10^{-3}$
0,037	—	—	$20,3 \cdot 10^{-3}$	661,525	13,43	$17,6 \cdot 10^{-3}$	$54,52 \cdot 10^{-7}$	4,29	784,4	$22,6 \cdot 10^{-3}$
0,041	—	—	$15,4 \cdot 10^{-3}$	661,525	10,19	$19,6 \cdot 10^{-3}$	$75,3 \cdot 10^{-7}$	5,93	784,4	$20,6 \cdot 10^{-3}$
0,045	—	—	$10,5 \cdot 10^{-3}$	661,525	6,95	$21,0 \cdot 10^{-3}$	$92,61 \cdot 10^{-7}$	7,29	784,4	$18,15 \cdot 10^{-3}$
0,049	—	—	$6,0 \cdot 10^{-3}$	661,525	3,97	$22,0 \cdot 10^{-3}$	$106,48 \cdot 10^{-7}$	8,384	784,4	$15,75 \cdot 10^{-3}$
0,053	—	—	$1,6 \cdot 10^{-3}$	661,525	1,06	$22,4 \cdot 10^{-3}$	$112,39 \cdot 10^{-7}$	8,85	784,4	$12,6 \cdot 10^{-3}$

Так как $c_3 \gg \beta$ и $y = y_{max}$ при $\dot{y} = 0$, то максимальную ударно-динамическую нагрузку можно определить из выражения

$$N_{max} = c_3 y_{max} + e y_{max}^3 \quad (12)$$

Из графика находим $y_{max} = 0,0224$ м.

Подставив значение y_{max} в выражение (12), получим:

$$N_{max} = 2 \cdot 10^5 \cdot 0,0224 + 2 \cdot 10^8 \cdot 11,24 \cdot 10^{-6} = 6728 \text{ Н.}$$

Таким образом, в нашем примере амортизатор уменьшает амплитуду ударного воздействия в 2,2 раза.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гастев В. Г., Мельников В. И. Основы динамики лесовозного подвижного состава.— М.: Лесн. пром-сть, 1967. [2]. Жуков А. В., Кадошко Л. И. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний.— Минск: Наука и техника, 1978. [3]. Коловский М. З. Нелинейная теория виброзащитных систем.— М.: Наука, 1966. [4]. Пановко Я. Г., Губанова И. И. Устойчивость и колебания упругих систем.— М.: Наука, 1967. [5]. Хегай В. К. Выбор рациональных параметров подвески приемного устройства валочно-пакетирующей машины при ударном нагружении // Лесн. журн.— 1978.— № 2.— С. 35—39.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Хегай В. К. О некоторых вопросах динамики валочно-пакетирующих машин (ВГМ) при пакетировании деревьев // Лесн. журн.— 1981.— № 4.— С. 43—47.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 15 января 1987 г.

УДК 630*378.45

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗМОЛЕВОЧНЫХ МАШИН ПРОПУСКНОГО ТИПА

В. Я. ХАРИТОНОВ, С. В. ПОСЫПАНОВ

Архангельский лесотехнический институт

В практике лесосплава возникает необходимость размольвывать пучки перед последующими технологическими операциями с плавающими бревнами, например сортировкой на рейдах типа Бобровский. Как правило, часть бревен, потерявших запас плавучести, тонет. На их подъем затрачиваются большие средства, засоряется водная среда.

Известные конструкции размольвочных машин типа МР-1 [3] на таких рейдах неприменимы из-за низкой производительности, ограниченной возможностями перекидывающего устройства.

Размольвочные устройства пропускного типа [1] подают плавающие бревна из размольваного пучка поперечной щетью на сортировку и одновременно улавливают топляки. При разработке конструкций таких машин важно правильно выбрать их длину и осадку. Если машину предполагается эксплуатировать в условиях малых скоростей или при отсутствии течения, то ее длина должна быть не меньше длины однорядной поперечной щети, образовавшейся при снятии обвязок с пучка бревен (если не предусматривается выпуск из машины бревен порциями). Требование это объясняется тем, что топляки располагаются в разных местах пучка и в процессе размольвки могут быть зажаты бревнами, имеющими хорошую плавучесть. Осадка поддона машины в этом случае определяется максимальной осадкой пучков и запасом глубины для размещения топляков.

Выражение для определения длины поддона имеет вид [2]

$$L_n = \frac{V_n n d_{cp}}{V_6}, \quad (1)$$

где V_n — объем наибольшего пучка;
 V_6 — средний объем бревна;
 d_{cp} — средний диаметр бревна;
 n — коэффициент неплотности щети.

Если принять $V_n = 30 \text{ м}^3$, $V_6 = 0,18 \text{ м}^3$, $d_{cp} = 0,18 \text{ м}$, $n = 1$, то:

$$l_n = \frac{30 \cdot 1,0 \cdot 0,18}{0,18} = 30 \text{ м.}$$

Размолочная машина с длиной поддона 30 м — весьма громоздкое и дорогостоящее сооружение. Поэтому в конструкции необходимо предусматривать ограничители, позволяющие выпускать бревна из зоны роспуска пучка небольшими партиями. В этом случае длина поддона равна длине размолочной камеры с многорядной напряженной поперечной щетью бревен ($l_k = 5 \dots 7 \text{ м}$) плюс длина участка для роспуска отделившейся от общей массы бревен пачки в однорядную щеть.

Если принять объем пачки $q_n = 2 \text{ м}^3$, $n = 1,25$, то:

$$l_n = l_k + \frac{2 \cdot 0,18 \cdot 1,25}{0,18} = l_k + 2,5 \text{ м.}$$

Таким образом, длина поддона сокращается до 8...10 м.

При эксплуатации машины на рейде в речных условиях необходимо учитывать, что топляк, находящийся на уровне поверхности воды, погружаясь и одновременно перемещаясь потоком, должен по крайней мере попасть на нижний конец поддона или на нижнюю ограничивающую стенку (рис. 1).

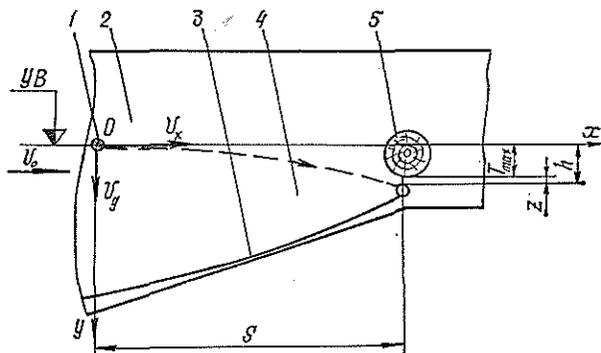


Рис. 1. Расчетная схема с траекторией движения топляка: 1 — топляк; 2 — понтон плавучего основания; 3 — топлякоулавливающий поддон; 4 — боковой щит; 5 — расчетное плавучее бревно

Для учета сноса погружающихся бревен потоком надо решить совместно два уравнения движения бревна. Уравнение погружения бревна

$$m \frac{dv_y}{dt} = P - r_y v_y^2. \quad (2)$$

Решение его имеет вид

$$t = \frac{m}{2\sqrt{Pr_y}} \ln \left(e^{\frac{2r_y h}{m}} - 1 + \sqrt{e^{\frac{2r_y h}{m}} \left(e^{\frac{2r_y h}{m}} - 2 \right)} \right). \quad (3)$$

В формулах (2), (3) m — масса бревна;
 v_y — скорость погружения;

t — время погружения бревна;
 P — вес бревна в воде;
 r_y — приведенная сила гидродинамического сопротивления бревна погружению,

$$r_y = \frac{1}{2} C_y \rho \omega_y;$$

C_y — коэффициент гидродинамического сопротивления бревна при его неустановившемся движении в потоке нормально к продольной оси с учетом нестационарности процесса;

ρ — плотность воды;

ω_y — характерная площадь бревна,

$$\omega_y = d_{cp} l;$$

l — длина бревна;

h — глубина погружения.

Уравнение разгона бревна потоком [4]

$$m \frac{dv_x}{dt} = r_x (v_0 - v_x)^2, \quad (4)$$

где v_0, v_x — соответственно скорость потока и скорость движения бревна в направлении оси x (рис. 1);

r_x — приведенная сила гидродинамического сопротивления бревна разгону,

$$r_x = \frac{1}{2} C_x \rho \omega_x;$$

C_x — коэффициент гидродинамического сопротивления при разгоне бревна потоком с учетом нестационарности процесса;

ω_x — характерная площадь бревна при разгоне потоком,

$$\omega_x = V_0^{2/3}.$$

Решение уравнения (4) относительно t имеет вид [4]

$$t = \frac{1}{b} \int \frac{dv_x}{(v_0 - v_x)^{\frac{2+4q}{1+q}}}, \quad (5)$$

где b — символ, принятый для обозначения выражения:

$$b = \left(\frac{a \rho \omega_x}{2m (\nu \sqrt{2gL})^q} \right)^{\frac{1}{1+q}}; \quad (6)$$

ν — кинематический коэффициент вязкости;

g — ускорение свободного падения;

L — характерный линейный размер,

$$L = \frac{V_0^{2/3}}{l}; \quad (7)$$

a, q — параметры, определяемые опытным путем, постоянные для конкретного вида движения геометрически подобных тел.

В данном случае $a = 37,11$; $q = -\frac{1}{3}$ [4].

Тогда из выражения (5)

$$t = -\frac{1}{b} \ln(v_0 - v_x) + C. \quad (8)$$

При $t = 0, v_x = 0$

$$C = \frac{1}{b} \ln v_0,$$

$$t = \frac{1}{b} \ln \frac{v_0}{v_0 - v_x}. \quad (9)$$

Из уравнения (9)

$$v_x = v_0 (1 - e^{-bt}). \quad (10)$$

Интегрируя выражение (10), получим формулу для определения длины участка сноса топляков потоком:

$$S = v_0 \left(t - \frac{1 - e^{-bt}}{b} \right). \quad (11)$$

Из выражения (3) определяют продолжительность погружения бревна t на глубину h , а из уравнения (11) находят расстояние, на которое за это время бревно будет снесено вниз по потоку от начального положения.

При этом предполагается, что скорость v_0 в разных точках потока той зоны, в которой происходит движение, одинакова. С некоторым приближением ее можно принимать равной поверхностной скорости. Длина участка погружения топляков зависит от геометрических параметров бревна, скорости потока, плотности древесины и глубины погружения.

Анализируя графики зависимости пути разгона бревен от их длины и диаметра (рис. 2), можно сделать вывод, что расчет длины поддона из условия сноса бревен потоком при их погружении следует вести для бревен минимальных размеров.

Как видно из рис. 2, длина участка погружения топляков, а следовательно, и длина поддона в значительной степени определяются глубиной погружения его нижнего конца. Очевидно, что она должна быть минимальной, но достаточной для беспрепятственного пропуска одно-

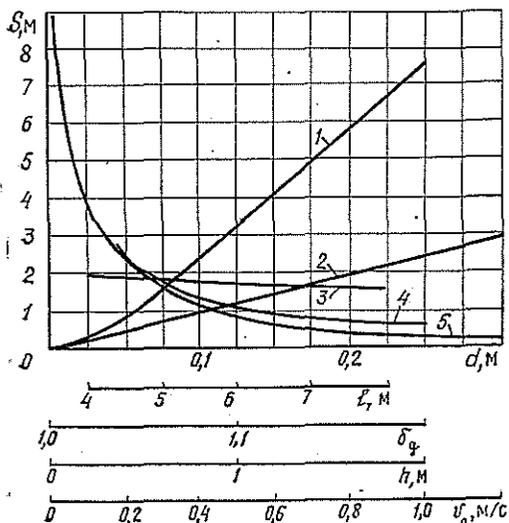


Рис. 2. Графики зависимости пути сноса топляка: 1 — от глубины погружения h ($l = 4$ м; $d = 0,06$ м; $\delta_d = 1,05$; $v_0 = 0,8$ м/с); 2 — от скорости потока v_0 ($l = 4$ м; $d = 0,06$ м; $\delta_d = 1,05$; $h = 0,7$ м); 3 — от длины топляка l ($d = 0,06$ м; $\delta_d = 1,05$; $h = 0,7$ м; $v_0 = 0,8$ м/с); 4 — от относительной плотности бревен δ_d ($l = 4$ м; $d = 0,06$ м; $h = 0,7$ м; $v_0 = 0,8$ м/с); 5 — от диаметра топляка d ($l = 4$ м; $\delta_d = 1,05$; $h = 0,7$ м; $v_0 = 0,8$ м/с)

рядной щети на следующий технологический узел. Величину ее определяем из выражения (рис. 1)

$$h = T_{max} + z, \quad (12)$$

где T_{max} — максимальная осадка бревен в однорядной щети;
 z — запас осадки (принимается равным 0,05...0,10 м).

Одним из наиболее существенных факторов, влияющих на длину участка сноса топляков, является их плотность (рис. 2). На практике встречаются бревна с относительной плотностью, близкой к единице. Поэтому чем длиннее поддон, тем больше вероятность уловить все топляки. Однако здесь, очевидно, необходимо выбрать оптимальное решение в зависимости от конкретной конструкции размолевочного устройства.

При выборе оптимального решения предлагается воспользоваться номограммой (рис. 3), построенной нами для бревен диаметром $d = 0,06$ м и длиной $l = 4$ м, т. е. с учетом того, что большему сносу потоком при погружении подвергаются мелкие топляки, имеющие небольшую массу (на номограмме v_0 — м/с).

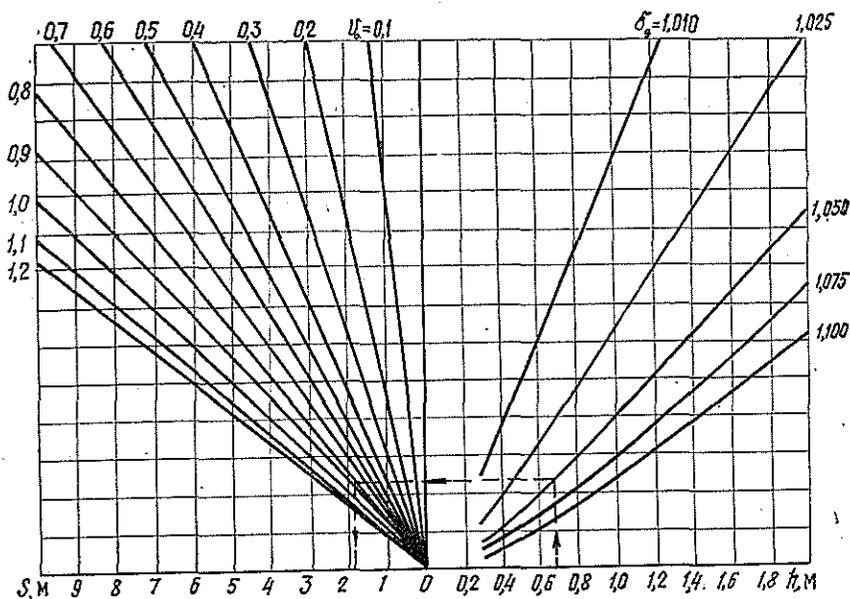


Рис. 3. Номограмма для определения длины участка сноса топляков ($l = 4$ м, $d = 0,06$ м)

По номограмме, задаваясь различными значениями глубины погружения h , относительной плотности бревен δ_d , скорости потока v_0 , можно быстро определить длину участка сноса топляков S .

При нахождении длины участка сноса топляков иных геометрических размеров следует использовать приведенные формулы. Коэффициент C_y можно принимать для бревен в коре равным 1,43, без коры — 1,36 [4].

Поиск оптимального решения для конкретной конструкции размолевочного устройства и конкретных условий значительно облегчается при использовании ЭВМ. Программа, составленная для решения этой задачи на ЭВМ «Искра-1256», имеется в пакете программ кафедры водного транспорта леса и гидравлики АЛТИ.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 691373 СССР, МКИ² В 65 G 69/20. Размольничное устройство / В. Я. Харитонов, В. П. Проскуряков (СССР).— № 2586415/27—11; Заявлено 01.03.78. // Открытия. Изобретения.— 1979.— № 38.— С. 61. [2]. Инструкция по проектированию лесосплавных предприятий. ВСН 4—78.— Л.: Минлеспром СССР, 1979.— 294 с. [3]. Суда и оборудование лесосплава: Справочник / В. И. Пятакин, И. Я. Бейлик, Ф. Е. Захаренков и др.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 296 с. [4]. Харитонов В. Я. Гипотеза изоморфности и ее использование при исследовании неустановившегося движения // Лесн. журн.— 1978.— № 5.— С. 65—70.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 23 мая 1986 г.

УДК 629.11.012.814 : 630*375.5

О ВЗАИМОСВЯЗИ КОЛЕБАНИЙ ЗВЕНЬЕВ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ПОЕЗДА

Г. Ф. ХРАМЦОВ, О. Л. ХРАМЦОВА

Хабаровский политехнический институт

Большое влияние на плавность хода автопоезда оказывает компоновка его подрессоренной массы, которая во многом определяет взаимосвязь колебаний его звеньев, а также восприимчивость к внешним воздействиям. Качество компоновки подрессоренной массы оценивается коэффициентом распределения масс (ε) между передним и задним мостами автомобиля и осями прицепного состава.

Известно [2, 4], что хорошей плавностью хода обладают автомобили, компоновка которых обеспечивает независимость вертикальных колебаний над его передней и задней подвесками. Это достигается тогда, когда коэффициент распределения ε подрессоренной массы, определяемый формулой (1), равен 0,8... 1,2 [5]:

$$\varepsilon = \frac{\rho_y^2}{ab}, \quad (1)$$

где ρ_y — радиус инерции подрессоренной массы относительно ее центра тяжести;

a, b — расстояния от центра тяжести подрессоренной массы до передней и задней точки ее подвеса.

Компоновка подрессоренных масс современных лесовозных автомобилей обеспечивает несвязность колебаний их передней и задней частей, т. е. при наезде передних колес машины на неровность задняя подвеска практически не будет прогибаться, и наоборот. Это объясняется тем, что коэффициент распределения подрессоренных масс порожних и груженых автомобилей мало отличается от единицы и колеблется в пределах 0,7... 1,1 [4]. В силу этого анализ подрессоривания автомобилей можно производить отдельно для его передней и задней частей, представляя каждую из них в виде независимой эквивалентной колебательной системы.

Взаимосвязь колебаний отдельных звеньев лесовозного автопоезда можно оценить значением коэффициентов связи (e_1, e_2), входящих в систему дифференциальных уравнений колебаний лесовозного автопоезда, определяемых формулой:

$$e_1 = \frac{1 - \varepsilon}{b/a + \varepsilon}; \quad e_2 = \frac{1 - \varepsilon}{a/b + \varepsilon} \quad (2)$$

(для современных автомобилей $e_1, e_2 \leq 0,1$).

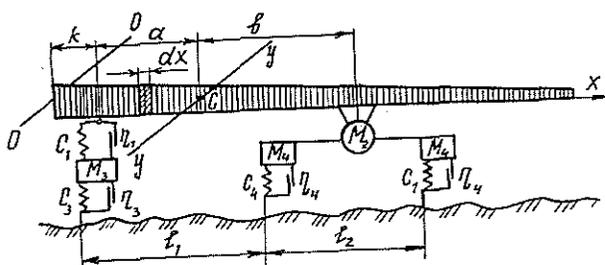


Рис. 1. Схема загрузки лесовозного автопоезда

Ниже определен коэффициент распределения масс (ε) при вывозке хлыстов автопоездами с учетом общепринятого [1] допущения, что хлыст эквивалентен усеченному конусу.

Принципиальная схема загрузки лесовозного автопоезда приведена на рис. 1. Радиус инерции подрессоренной массы определяем по формуле

$$\rho_y^2 = \frac{I_y}{M}, \quad (3)$$

где I_y — момент инерции хлыстов относительно поперечной оси, проходящей через центр тяжести;

M — масса хлыстов.

В свою очередь,

$$I_y = I_0 - M(a + k)^2, \quad (4)$$

где I_0 — момент инерции хлыстов относительно поперечной оси, проходящей через плоскость передних торцов;

k — передний свес хлыстов;

a — расстояние от центра тяжести хлыстов до коника автомобиля.

Для определения I_0 воспользуемся формулой

$$I_0 = \frac{M(R^2 + 3Rr + 6r^2)l^2}{10(R^2 + Rr + r^2)}, \quad (5)$$

где R , r — радиус хлыстов в комле и в вершинной части;

l — длина хлыстов.

Так как [1, 3] $r \approx 0,25 R$; $(a + k) \approx 0,34 l$, преобразовывая, получим:

$$\rho_y^2 = \frac{2,125l^2}{13,125} - 0,1156l^2 = 0,0463l^2. \quad (6)$$

Произведение ab , входящее в формулу (1), при номинальной загрузке звеньев лесовозного автопоезда определится следующим образом:

$$a + b = l_k \quad (l_k \text{ — расстояние между кониками автопоезда});$$

$$a = a_1 - k = 0,34l - k; \quad b = l_k - a = l_k - (0,34l - k),$$

В свою очередь,

$$l_k = \frac{Q_{a/n}}{Q_p} (0,34l - k). \quad (7)$$

Таким образом,

$$ab = (0,34l - k) \left[\frac{Q_{a/n}}{Q_p} (0,34l - k) - (0,34l - k) \right] =$$

$$= (0,34l - k)^2 \left(\frac{Q_{a/n}}{Q_p} - 1 \right), \quad (8)$$

где $Q_{a/n}$, Q_p — грузоподъемность автопоезда и роспуска.

l, м	P, т	Значение ϵ при $k = 1,0$ м и т										Значение ϵ при $k = 3,0$ м и т					
		1,367	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	1,367	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2
17	3,66	1,596	1,464	1,172	0,976	0,837	0,732	0,586	0,488	4,718	4,33	3,466	2,885	2,473	2,165	1,731	1,44
18	3,87	1,559	1,430	1,144	0,954	0,818	0,715	0,572	0,477	4,20	3,856	3,085	2,571	2,203	1,928	1,542	1,285
19	4,09	1,527	1,402	1,121	0,934	0,800	0,700	0,560	0,467	3,81	3,489	2,791	2,326	1,993	1,744	1,395	1,163
20	4,3	1,500	1,376	1,101	0,917	0,786	0,688	0,550	0,458	3,494	3,206	2,565	2,138	1,832	1,603	1,282	1,068
21	4,52	1,476	1,354	1,083	0,902	0,773	0,677	0,542	0,452	3,246	2,977	2,382	1,985	1,701	1,488	1,190	0,992
22	4,73	1,454	1,336	1,069	0,890	0,763	0,667	0,534	0,445	3,042	2,791	2,233	1,861	1,595	1,396	1,117	0,931
23	4,95	1,435	1,317	1,054	0,878	0,752	0,658	0,526	0,438	2,872	2,636	2,109	1,758	1,507	1,319	1,055	0,879
24	5,16	1,418	1,301	1,041	0,867	0,743	0,650	0,520	0,433	2,729	2,504	2,003	1,669	1,43	1,251	1,001	0,834
25	5,38	1,402	1,286	1,029	0,857	0,734	0,643	0,514	0,428	2,607	2,392	1,914	1,595	1,367	1,196	0,957	0,796
26	5,59	1,387	1,273	1,018	0,848	0,727	0,637	0,510	0,425	2,50	2,295	1,836	1,53	1,311	1,147	0,918	0,765
27	5,81	1,374	1,261	1,009	0,840	0,720	0,630	0,504	0,420	2,407	2,209	1,767	1,473	1,262	1,104	0,883	0,736
28	6,02	1,363	1,250	1,00	0,833	0,714	0,625	0,50	0,417	2,327	2,135	1,708	1,423	1,220	1,068	0,854	0,7
29	6,24	1,352	1,240	0,992	0,826	0,708	0,620	0,496	0,413	2,255	2,069	1,655	1,379	1,182	1,034	0,827	0,689
30	6,48	1,342	1,231	0,985	0,821	0,704	0,616	0,492	0,410	2,19	2,00	1,608	1,34	1,148	1,005	0,804	0,67

Примечание. Жирной линией очерчена область значений ϵ в пределах 0,8...1,2.

Обозначив $\frac{Q_{эл}}{Q_p} = \eta$, получим формулу для определения коэффициента распределения масс хлыстов между звеньями лесовозного автопоезда в виде:

$$\varepsilon = \frac{0,0463l^2}{(\eta - 1)(0,34l - k)^2} \quad (9)$$

Результаты расчета коэффициента распределения масс (ε), радиуса инерции (ρ_y) и коэффициентов связи (e_1, e_2) представлены в таблице и графически на рис. 2 и 3.

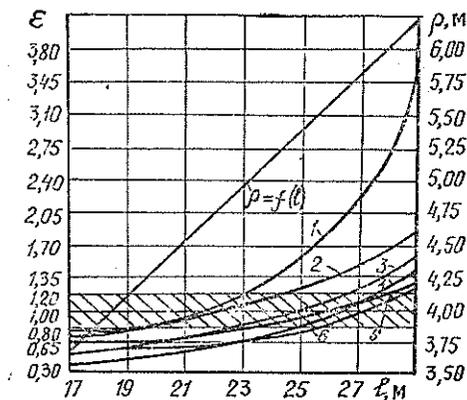


Рис. 2. Изменение коэффициента ε и ρ_y^2 в зависимости от длины перевозимых хлыстов l : 1, 2 — при расстоянии между кониками $l_k = 10$ м; 3, 4 — $l_k = 11,5$ м; 5, 6 — $l_k = 12,5$ м; 1, 3, 5 — при переднем свесе $k = 1$ м; 2, 4, 6 — при $k = 3$ м

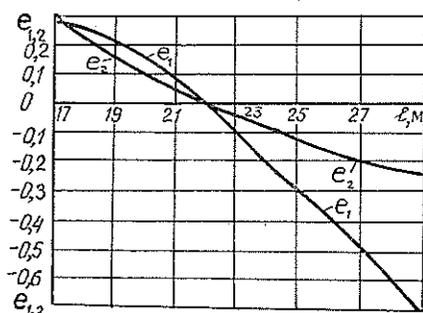


Рис. 3. Характер изменения коэффициентов связи e_1 и e_2 в зависимости от длины перевозимых хлыстов l : $l_k = 10$ м; $k = 1$ м

Выводы

1. Полученные выражения коэффициентов распределения массы хлыстов ε и связи e_1, e_2 позволяют без предварительных экспериментов аналитически установить и оценить взаимосвязь колебаний звеньев лесовозного автопоезда.

2. При $\eta = 1,5 \dots 1,6$ для двухзвенных и $\eta = 2,0 \dots 2,2$ для трехзвенных лесовозных автопоездов при номинальной их загрузке хлыстами взаимосвязь колебаний отдельных звеньев проявляется весьма незначительно. В этих случаях анализ поддресоривания звеньев лесовозного автопоезда можно производить отдельно для каждого звена.

3. Полученные аналитические зависимости и расчетные данные могут быть использованы при исследовании существующих и проектировании новых лесотранспортных машин.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Орлов С. Ф. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках.— М.: Гослесбумиздат, 1963.— 271 с. [2]. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля и его колебания.— М.: Машгиз, 1960.— 354 с. [3]. Храмцов Г. Ф. К вопросу определения расстояния между кониками автомобиля и роспуска при хлыстовой вывозке древесины хвойных пород // Науч. тр. ЛТА.— 1972.— № 150.— С. 12—14. [4]. Яценко М. Н. Распределение поддресорированных масс грузовых автомобилей // Автомоб. пром-сть.— 1959.— № 10.— С. 11—12. [5]. Яценко М. Н., Прутчиков О. К. Плавность хода грузовых автомобилей.— М.: Машиностроение, 1969.— 220 с.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.048.021 : 678.026.2

ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ
НАТУРАЛЬНОЙ И МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. М. ХРУЛЕВ, М. А. ТОКТОГОЖАЕВ

Новосибирский инженерно-строительный институт

Известны данные [4] о более высокой химической стойкости древесины по сравнению со сталью и железобетоном. Благодаря этому древесину применяют в несущих конструкциях зданий с агрессивными средами и для деталей технологического оборудования химических производств [6, 13]. Однако после длительного действия агрессивных газов и растворов структура и прочность древесины изменяются, что отражается на несущей способности конструкций [13]. Поэтому необходимы достоверные данные о стойкости древесины в растворах кислот и щелочей.

Опыты показали, что из различных кислот при концентрациях 1, 10 и 50 % наибольшее разрушение древесины вызывает серная кислота, затем соляная, азотная и наименьшее — уксусная. После четырех месяцев действия 10 %-ной серной кислоты породы древесины по стойкости располагаются в следующем убывающем порядке: лиственница, сосна, ель, береза, бук [2]. Результаты опытов позволяют заключить, что хвойные породы химически более стойки, чем лиственные, благодаря меньшей глубине проникания растворов. Повысить химическую стойкость легкопроницаемых пород можно уплотнением их структуры, например, пропиткой антикоррозионными веществами.

Изменение прочности, модуля упругости, твердости зависит от времени выдержки древесины в среде. После 180 сут выдержки в азотной кислоте прочность древесины сосны при статическом изгибе снижается на 70 %. За это же время прочность древесины после выдержки в сульфате аммония уменьшается лишь на 35 % [12]. Изменение прочности древесины во всех средах носит экспоненциальный характер, наиболее интенсивное в первые 60 сут. Полгода испытаний достаточно для достоверного определения химической стойкости древесины.

Из экспериментальных данных следует, что о химической стойкости древесины можно судить лишь по испытаниям в конкретной агрессивной среде. Попытки более обобщенно характеризовать химическую стойкость могут привести к ошибкам в проектировании конструкций. Если имеется возможность выбора пород, то с большой вероятностью успеха следует рекомендовать древесину лиственницы.

Наметившийся в настоящее время дефицит хвойной древесины заставляет искать пути применения в строительстве менее стойких лиственных пород — березы, осины. Наиболее эффективный способ повышения химической стойкости древесины лиственных пород — модифицирование ее синтетическими полимерами [11].

Имеются многочисленные сведения о высокой химической стойкости, особенно при действии кислот, древесины березы, модифицированной фенольными смолами. Это объясняют высокой экранирующей способностью полимера, замедляющей диффузию агрессивного агента вглубь древесины [8]. Прочность древесины березы, пропитанной фенольной смолой после трех месяцев выдерживания в растворах серной, азотной

и соляной кислот (концентрация от 1 до 20 %), снижается в 1,6—2,2 раза меньше, чем натуральной [5].

После 30 сут выдерживания в 10 %-ном растворе серной кислоты прочность древесины, модифицированной метилметакрилатом, в два раза выше, чем натуральной [3]. После одного года испытаний в среде насыщенных растворов минеральных удобрений прочность модифицированной древесины сосны в два раза выше, чем натуральной.

Химическая стойкость древесины ольхи заметно повышается, если использовать для пропитки стирол. Конструкции фильтров для сульфата аммония, изготовленные из такой древесины, в 4—5 раз долговечнее, чем из натуральной хвойной.

Повышенную химическую стойкость придает древесине также пропитка полиэфирной смолой и стирол-акрилонитрилом [7]. После выдерживания в 20 %-ном растворе серной, азотной и соляной кислот в течение 90 сут прочность модифицированной древесины в 3—6 раз больше по сравнению с натуральной.

Из представленных данных видно, что химическая стойкость модифицированной древесины лиственных пород намного выше, чем натуральной хвойной. Однако для конструкционного использования модифицированной древесины в агрессивных средах имеющихся сведений недостаточно, так как неизвестны показатели длительного сопротивления такой древесины под нагрузкой. Большинство термореактивных модификаторов нарушает природную эластичность древесины, создает остаточные напряжения в материале, повышает жесткость и хрупкость древесины, что может отрицательно сказаться на показателях длительного сопротивления. И наоборот, подбором соответствующих модификаторов можно получить древесину с необходимым соотношением упруго-эластических свойств и одновременно более химически стойкую, чем натуральная.

Данные о химической стойкости модифицированной древесины нельзя считать удовлетворительными при оценке работы под нагрузкой. Поэтому ее не применяют в нагруженных конструкциях, работающих в агрессивных средах.

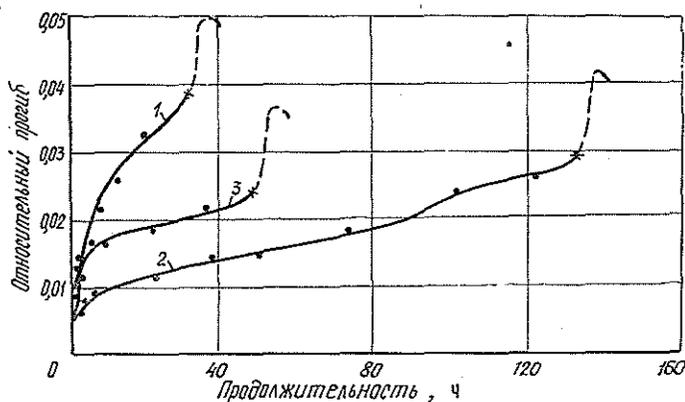
Если обратиться к химической стойкости различных пластмасс, то данные, полученные при выдерживании образцов в жидких средах без нагрузки, не соответствуют поведению нагруженных материалов в тех же средах [1, 9]. Это объясняется тем, что при совместном действии механических напряжений и жидких сред в полимерных материалах протекают механохимические процессы: активирование или разрушение связей пространственной сетки полимера, развитие химических реакций между ними и окружающей средой с последующей перестановкой и образованием новых химических связей.

Меняется также характер развития дефектов и трещин, в частности, разрушение и деформирование материалов может сопровождаться растрескиванием как по поверхности, так и в объеме, а это существенно изменяет характер проницаемости. Изменение стойкости модифицированной древесины в ненапряженном состоянии можно представить как процесс ослабления и даже ликвидации связей между модификатором и древесиной [10]. Следовательно, при внешней нагрузке этот процесс ускоряется.

Результат может быть двоякий: в случае полной потери связей древесина возвращается к исходному состоянию с определенной потерей механических свойств, и ее длительное сопротивление в агрессивной среде окажется ниже, чем у натуральной, даже несмотря на закупорку проводящей системы частицами полимера-модификатора. При сохранении связей или частичной их потере в агрессивной среде и при условии релаксации напряжений в этих связях (подбором эластичных

модификаторов) длительное сопротивление модифицированной древесины должно быть выше, чем натуральной.

Это доказано примером длительного выдерживания под нагрузкой образцов древесины березы, модифицированных фенолоспиртами и стиролом, в растворе серной кислоты. В первом случае образцы разрушились раньше, чем из натуральной древесины, во втором — позже (см. рис.). Так, если образцы древесины, модифицированной фенолоспиртами, под нагрузкой $0,4 R_{кр}^{изг}$ разрушились уже через 30 ч испытаний, то нагруженные образцы натуральной древесины разрушились на 15 ч позже. Образцы древесины, модифицированной стиролом, оказались в три раза долговечнее под нагрузкой, чем натуральной.



Кривые деформирования при изгибе образцов натуральной и модифицированной древесины березы под нагрузкой 0,4 от кратковременной прочности при статическом изгибе увлажненных образцов: 1 — древесина березы, модифицированная фенолоспиртами; 2 — то же стиролом; 3 — натуральная древесина березы. Среда испытаний — 5 %-ный раствор серной кислоты при температуре 40 °С.

Описываемые испытания следует считать ускоренными, так как длительная нагрузка выбрана заведомо большая, чем это может встретиться на практике в производственных условиях. Однако, по данным этих испытаний, можно прогнозировать поведение в агрессивной среде образцов модифицированной древесины при меньших уровнях нагружения.

Из приведенного обзора можно заключить, что химическая стойкость древесины, модифицированной полимерами, выше, чем натуральной, особенно для лиственных пород. Это позволяет считать модифицирование наиболее эффективным способом обеспечения химической стойкости древесины в конструкциях, эксплуатируемых в агрессивных средах. При нагружении модифицированной древесины в агрессивных средах, особенно при повышенной температуре, соотношение химической стойкости натуральной и модифицированной древесины существенно меняется: последняя может оказаться даже менее химически стойкой, чем натуральная древесина. Разная степень изменения химической стойкости модифицированной древесины под нагрузкой по отношению к натуральной зависит от природы модификатора. Некоторые терморреактивные модификаторы создают остаточные напряжения в древесине, отрицательно влияющие на химическую стойкость модифицированной древесины под нагрузкой.

Необходим подбор модификаторов, обладающих комплексом упругоэластических свойств и обеспечивающих химическую стойкость дре-

весины под нагрузкой благодаря малым напряжениям в связях полимер — древесина.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бокшицкий М. Н. Длительная прочность полимеров.— М.: Химия, 1978.— 308 с. [2]. Ванни С. И., Прикот Н. Г. Влияние кислот и щелочей на физико-механические свойства древесины // Тр. ЛТА.— Л., 1947.— Вып. 61.— С. 55—90. [3]. Влияние агрессивных сред на свойства модифицированной полимерами древесины / В. И. Глухов, Ф. З. Райчук, А. Б. Шолохова, В. М. Хрулев // Лесн. журн.— 1985.— № 1.— С. 96—99. (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Гусев В. П. Стойкость деревянных конструкций, эксплуатируемых в производствах с химически агрессивными средами // Повышение эффективности конструкционного использования древесины в строительстве.— М.: Стройиздат, 1968.— С. 39—45. [5]. К вопросу о влиянии действия различных агрессивных сред и температурно-влажностной обработки на свойства модифицированной древесины / Г. М. Шутов, В. С. Болтовский, М. Э. Эрдман, Д. И. Любецкий. // Механ. обраб. древесины.— Минск: Вышэйш. школа, 1983.— С. 72—79. [6]. Костанди Ф. Ф., Ланинский Л. Г. Склады минеральных удобрений.— М.: Стройиздат, 1973.— 208 с. [7]. Николов С., Панайотов П. Кислотостойкость модифицированной древесины из пихты // Науч. тр. ин-та / Н. и. проектно-конструкт. и технол. ин-ты деревообработки.— София, 1972.— № 18.— С. 95—101. [8]. Роценс К. А., Берзон А. В., Гулбис Я. К. Особенности свойств модифицированной древесины.— Рига: Зинатне, 1983.— 207 с. [9]. Гынный А. Н. Прочность и разрушение полимеров при воздействии жидких сред.— Киев: Наукова думка, 1975.— 206 с. [10]. Хрулев В. М., Машкин А. Н. Повышение химической стойкости древесины // Стр-во и архит.— 1983.— № 6.— С. 77—81. (Изв. высш. учеб. заведений). [11]. Хрулев В. М., Рыков Р. И. Обработка древесины полимерами.— Улан-Удэ: Бурятск. кн. изд-во, 1984.— 142 с. [12]. Egler K. Wirkungen aggressiver Lösungen auf Kiefernholz. // Holztechnologie.— 1984.— 25, N 5.— S. 249—252. [13]. Mönk W. Holzzerstörungen bei freitragenden Konstruktionen von Mineraldünger — Lagerhallen // Holztechnologie.— 1975.— 16, N 1.— S. 22—28.

Поступила 1 июня 1987 г.

УДК 624.011 : 620.179.16

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЗАПРЕССОВКИ И РАЗРУШЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

А. Н. КИРИЛЛОВ, С. Л. КОВАЛЬЧУК

Московский лесотехнический институт

Применение зубчатых соединений (ЗС) при изготовлении элементов конструкций из древесины, с одной стороны, позволило неограниченно увеличивать длину заготовок, а с другой, привело к появлению мест ослаблений в конструкциях. Имеющийся разброс прочности ЗС особенно опасен для однослойных, отдельно работающих сращённых элементов конструкций.

Известно, что качество изготовления соединений определяется как свойствами материалов (древесины, клея), так и правильным выполнением всех операций технологического процесса. Одна из ответственных операций — процесс запрессовки заготовок. Данная работа посвящена изучению влияния некоторых параметров процесса запрессовки на качество соединений и возможности использования для контроля этой операции метода акустической эмиссии.

В качественно изготовленном ЗС зазоры в вершинах зубьев минимальные и нет трещин от раскалывания поперек волокон. В таких соединениях контакт поверхностей максимальный. Увеличенный зазор обычно связан с недостаточным давлением или неправильной зарезкой шипов. Появление трещин может быть связано с нарушением техноло-

гического режима: превышением давления, неправильной резкой шипов, перекосом заготовок при стыковке, пересушенным материалом. Трещины — не только признак неравномерностей напряженного состояния, но при работе отдельного соединения могут являться концентраторами напряжений. Образование трещин при запрессовке сопровождается активным акустическим излучением, которое называется акустической эмиссией (АЭ). Регистрируя параметры АЭ в процессе запрессовки ЗС, имеется возможность проследить динамику этого процесса.

Метод АЭ основан на регистрации энергии упругих волн, возникающих в процессе структурных изменений, происходящих в материале. К настоящему времени накоплен большой опыт [2] по изучению АЭ в различных материалах, таких как металлы, полимеры, композиты. Имеются также данные [1, 4—6] по анализу АЭ при разрушении древесины и ее клеевых соединений, древесных плитных материалов, массивной клееной древесины. Сделаны попытки использовать метод АЭ для контроля за процессами сушки и резания древесины.

При изучении запрессовки и разрушения ЗС путем анализа параметров возникающих в этих процессах сигналов АЭ использована следующая методика. Для создания акустического контакта пьезопреобразователь с помощью пластилина укрепляли на поверхности исследуемого образца. Сигналы АЭ усиливались предварительным усилителем и поступали в устройство анализа АЭ, где селектировались и усиливались основным усилителем. Полоса пропускания усилительного тракта 30...750 кГц, усиление — 40 дБ. Энергия сигналов записывалась на самописец, активность регистрировалась счетчиком. Процесс запрессовки изучали в лабораторных условиях и использовали промышленно изготовленные образцы ЗС типа 1-32 по ГОСТ 19414—79.

Первоначально использовали методику, предложенную в работе [3]. Давление прикладывали ступенчато-возрастающей нагрузкой по 0,55 МПа до появления видимых трещин (примерно 12...15 ступеней). Длительность каждой ступени 45 с (15 с — нагружение, 30 с — выдержка, во время которой проводили замеры). В результате средняя скорость приложения давления составляла 0,012 МПа/с. На каждой ступени измеряли степень обжатия образца ΔL и суммарную АЭ. На одну часть ЗС наносили клей ФРФ-50, другую часть запрессовывали без клея. Для образцов без клея дополнительно измеряли деформации поперек волокон D с помощью тензодатчиков, расположенных на расстоянии 10 мм от концов зубьев.

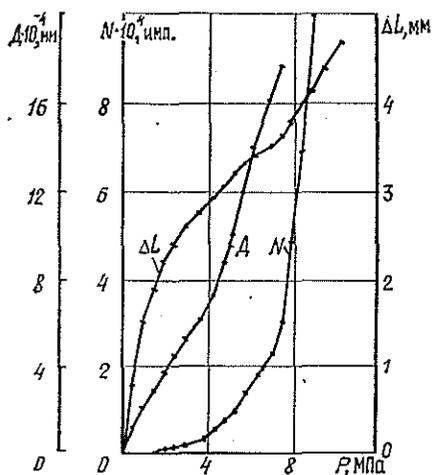


Рис. 1. Зависимость степени обжатия ΔL , деформаций поперек волокон D и суммарной АЭ N от торцевого давления P при запрессовке ЗС

В процессе запрессовки можно наблюдать, как отмечалось в работе [3], три стадии (рис. 1). Первая — вхождение зубьев (значительный рост деформации обжатия ΔL , равномерный рост деформаций D , практически отсутствие АЭ); вторая стадия — уплотнение соединения (замедление роста деформаций обжатия, увеличение де-

формаций поперек волокон, начало роста АЭ); на данной стадии, видимо, начинают образовываться микротрещины; третья — напряжения достигают критического значения, начинают образовываться трещины между зубьями от раскалывания. Рост трещин приводит к значительному увеличению раскалывающих деформаций и разрыву тензодатчиков. Процесс сопровождается резким увеличением АЭ. Характер роста

деформаций обжатия и суммарной АЭ при запрессовке ЗС с клеем и без клея аналогичен.

При анализе результатов запрессовки ступенчато-возрастающей нагрузкой обнаружено, что образование трещин начинается только при значительном превышении нормативного давления.

Далее было рассмотрено влияние скорости приложения давления на динамику процесса запрессовки.

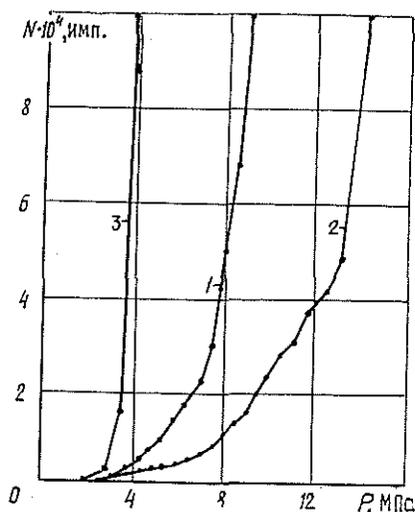


Рис. 2. Зависимость суммарной АЭ N от величины торцевого давления P при запрессовке ЗС с различной скоростью приложения давления запрессовки v : 1 — $v = 0,012$ МПа/с (образец без клея); 2 — $0,012$ МПа/с (с клеем); 3 — $0,18$ МПа/с (с клеем)

На рис. 2 приведены зависимости суммарной АЭ от торцевого давления: для образцов с клеем при скорости приложения давления $v = 0,18$ МПа/с (кривая 3), для образцов со ступенчато-возрастающей нагрузкой ($v = 0,012$ МПа/с) без клея (кривая 1) и с клеем (кривая 2). Можно отметить, что для $v = 18$ МПа/с разрушение начинается при давлении, незначительно превышающем нормативное. Это показывает, что запрессовку следует рассматривать не как статическое равномерное разрушение, а как динамический процесс. При уменьшении скорости приложения давления возникающие концентрации напряжений успевают частично релаксировать, что увеличивает давление начала трещинообразования, т. е. уменьшается вероятность появления трещин при нормативном давлении.

Для выявления влияния трещин на качество соединений были запрессованы и испытаны до разрушения три группы ЗС, склеенные клеем ФРФ-50. Первая группа запрессована при нормативном давлении. Образцы второй запрессовывали до начала роста АЭ (что соответствует началу образования микротрещин), а третьей группы — до активного роста АЭ.

Внешний осмотр перед испытанием (через 30 сут) показал, что образцы первой и второй групп не имели трещин от раскалывания, третьей группы имели трещины. Образцы размером $38 \times 70 \times 900$ мм испытывали на изгиб при нагружении на кромку двумя сосредоточенными силами в третях пролета 780 мм ступенями по 2,3 МПа (нагружение — 15 с, выдержка — 45 с). На каждой ступени снимали показания суммарной АЭ.

Результаты приведены в таблице. Для образцов первой и второй групп средние значения пределов прочности оказались близкими. Для третьей группы предел прочности снизился на 11,6 %; большинство образцов первой и второй групп при изгибе разрушилось по зубчатому

Группа образцов	Параметры запрессовки		Параметр разрушения σ , МПа	Характер разрушения
	P , МПа	$N \cdot 10^3$, имп.		
1 (давление нормативное)	2,1	0,34	41,3	84 % от изгиба 16 % от скалывания
2 (образование микротрещин)	3,3	5,9	41,4	86 % от изгиба 14 % от скалывания
3 (давление завышенное)	7,3	476	36,5	20 % от изгиба 80 % от скалывания

соединению, а третьей группы — от скалывания в средней по высоте зоны по образовавшимся при запрессовке трещинам.

Характерные зависимости изменения активности АЭ \dot{N}/\dot{N}_{max} от величины нагружения для трех групп ЗС показаны на рис. 3. Для образцов, запрессованных при нормативном давлении (а), основная энергия АЭ выделяется на последних стадиях разрушения. При нагрузке около $0,5 P_{кр}$, видимо, происходит образование микротрещин в наиболее напряженных местах, что приводит к перераспределению напряжений; новых трещин не образуется и наблюдается спад активности АЭ. При нагрузке около $0,7 P_{кр}$ процесс разрушения активизируется и АЭ высока до момента окончательного разлома образца. График имеет явно выраженные точки перелома, соответствующие стадиям деформирования.

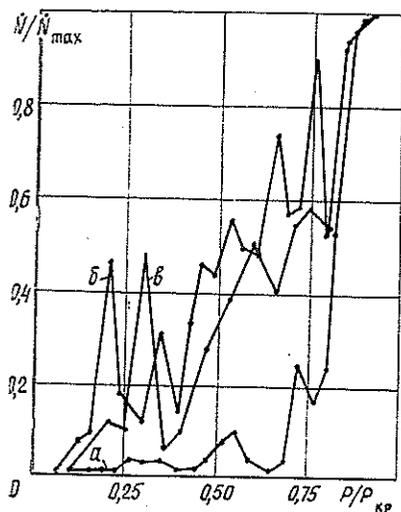


Рис. 3. Изменение активности АЭ \dot{N}/\dot{N}_{max} при разрушении ЗС, запрессованных с давлением нормативным (а), с образованием микротрещин (б) и завышенным давлением (в)

Наличие трещин и дополнительных внутренних напряжений в образцах второй и третьей групп (рис. 3, б, в) изменяет характер АЭ. После временного подъема на начальных стадиях нагружения активность АЭ практически равномерно возрастает до разрушения. То, что наличие начальных напряжений в древесных материалах влияет на характер АЭ при разрушении, отмечалось и ранее. Так, аналогичные зависимости получены при испытании массивной клееной древесины [1], когда при разрушении балок, имеющих начальные внутренние напряжения, наблюдалось практически равномерное возрастание активности АЭ. Циклические влажностные воздействия вызывали релаксацию внутренних напряжений, и на графиках АЭ при разрушении образцов после воздействий появлялись характерные точки перегиба.

Наличием, в частности, замороженных напряжений в стружечных плитах объясняется то, что рост АЭ при нагружении плит начинается уже при напряжениях 10...20 % от разломного, а в массивной древесине — только при 40...50 % [6].

Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод, что наличие активной АЭ при запрессовке — признак снижения качества ЗС. При соблюдении нормативных режимов запрессовки трещины не возникают. Уменьшение скорости приложения давления значительно снижает вероятность появления трещин. Метод АЭ может быть использован для обработки и контроля процесса запрессовки ЗС.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Балтрушайтис А. В., Ковальчук С. Л. Изучение влияния нагрузки и переменного увлажнения на деревянные клееные конструкции методом акустической эмиссии.— Деп. в ВНИИС 03.06.86, № 7023. [2]. Грешников В. А., Дробот Ю. Б. Акустическая эмиссия. Применение для испытания материалов и изделий.— М.: Изд-во стандартов, 1976.— 272 с. [3]. Славик Ю. Ю. Давление запрессовки при склеивании зубчатых соединений // Деревообраб. пром-сть.— 1976.— № 7.— С. 10—11. [4]. Фрейдин А. С., Отарбаев Ч. Т., Лемешова Т. Я. Развитие трещин в клееной древесине // Лесн. журн.— 1986.— № 3.— С. 59—63. (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Ansell M. P. Acoustic Emission from Softwood in Tension // Wood Science and Technology.— 1982.— Vol. 16, N 1.— P. 35—57. [6]. Morgner W., Niemi P., Theis K. Anwendung der Schallemissionsanalyse zur Untersuchung von Bruch- und Kriechvorgängen in Werkstoffen aus Holz // Holztechnologie.— 1980.— Bd 21, N 2.— S. 77—82.

Поступила 15 декабря 1986 г.

УДК 674. 053 : 621.935

ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СМЕЩЕНИЯ ПИЛЬНЫХ ШКИВОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

Б. А. ВЕСЕЛКОВА, В. И. ВЕСЕЛКОВ, А. Ф. СЕЛЕЗНЕВ

Архангельский лесотехнический институт

В конструкциях механизмов резания ряда ленточнопильных станков, эксплуатируемых на предприятиях Минлесбумпрома СССР, предусмотрен специальный механизм, обеспечивающий регулировку относительного смещения пильных шкивов вдоль оси их вращения. Этот механизм позволяет фиксировать плоскость симметрии нижнего шкива в смещенном положении относительно аналогичной плоскости верхнего шкива, т. е. при жестком закреплении одного из шкивов имеется возможность горизонтально перемещать другой шкив вдоль оси.

В работах [4, 5] обсуждался вопрос о целесообразности применения в конструкциях ленточнопильных станков симметричного наклона обоих пильных шкивов механизма резания и сделан вывод о значительном уменьшении жесткости узла резания в результате применения механизма наклона нижнего шкива. Признано более целесообразным использовать механизм, обеспечивающий только горизонтальные перемещения нижнего пильного шкива вдоль оси, но без его наклона.

Проблемы комплексного использования древесины и эффективности использования ленточнопильных станков диктуют необходимость количественно оценивать влияние всех факторов, способных повысить устойчивость работы ленточных пил. Вопрос целесообразности изменения относительной ориентации пильных шкивов станков по горизонтали не нашел отражения в литературе. Нами [1, 2] была предпринята попытка теоретически проанализировать горизонтальное относительное смещение пильных шкивов ленточнопильного станка с целью определения его влияния на устойчивость ленточной пилы.

При использовании в качестве критерия оценки устойчивости пилы критического усилия подачи $P_{кр}$ и расчетной схемы, отождествляющей

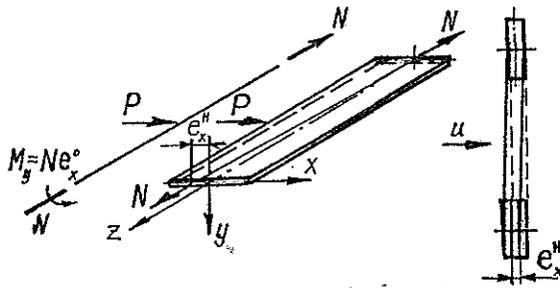


Рис. 1. Расчетная схема для исследования влияния горизонтального перемещения нижнего пильного шкива вдоль оси на устойчивость плоской формы изгиба ленточных пил

пильные шкивы с шарнирными опорами и рассматривающей ленточную пилу как тонкостенный стержень (рис. 1), показано, что при горизонтальном смещении нижнего пильного шкива вдоль оси на нем возникает дополнительная пара сил. Эта пара сил, равная Ne_x^H , обусловливается эксцентричным приложением равнодействующей силы натяжения пилы N . Решение системы дифференциальных уравнений, составленных на основании положений работы [3], при использовании метода Бубнова — Галеркина, позволило получить теоретическую зависимость для определения изгибно-крутильной критической силы — критерия $P_{кр}$:

$$P_{кр} = \frac{4}{l} \left\{ \left| \frac{Ne_x^H}{2} - \frac{b}{\pi^2} (EI_x \frac{\pi^2}{l^2} + N) \right| + \sqrt{\left[\frac{Ne_x^H}{2} - \frac{b}{\pi^2} (EI_x \frac{\pi^2}{l^2} + N) \right]^2 + \left[(EI_x \frac{\pi^2}{l^2} + N)(GI_d + Nr^2) - \frac{N^2 e_x^{H2}}{4} \right]} \right\},$$

где EI_x — наименьшая жесткость изгиба полотна пилы;
 GI_d — жесткость при кручении;
 l — расстояние между осями пильных шкивов;
 b — ширина полотна пилы;
 e_x^H — эксцентриситет приложения силы натяжения, обусловленный горизонтальным перемещением нижнего пильного шкива вдоль оси;

$$r^2 = \frac{I_x + I_y}{b\delta}.$$

Здесь δ — толщина пилы.

Анализ результатов теоретических исследований, представленных на рис. 2, 3, позволяет считать положительным влияние на устойчивость ленточных пил горизонтального смещения нижнего пильного шкива вдоль его оси вращения, если это смещение направлено навстречу подаче заготовки.

Так, горизонтальное смещение нижнего пильного шкива на 2,9 мм у ленточных пил шириной 85 мм при их натяжении до $\sigma_0 = 80$ МПа вызывает увеличение критической силы на 5 %. При горизонтальном смещении на 8,75 мм это возрастание составляет около 15 %. При увеличении силы натяжения пилы положительное влияние смещения возрастает. С уменьшением ширины пилы положительное влияние смещения пильного шкива также увеличивается.

Результаты теоретических исследований были проверены в производственных условиях. Длительные наблюдения за настройкой и

Рис. 2. Изменение критической силы $P_{кр}$ с учетом горизонтального перемещения нижнего пильного шкива вдоль оси: 1 — при ширине полотна пилы (без учета высоты зубьев) $b = 55$ мм; 2 — 65 мм; 3 — 75 мм; $\delta = 1,0$ мм; $\sigma_0 = 8 \cdot 10^7$ Н/м²

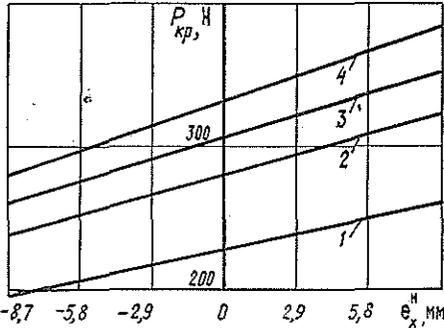
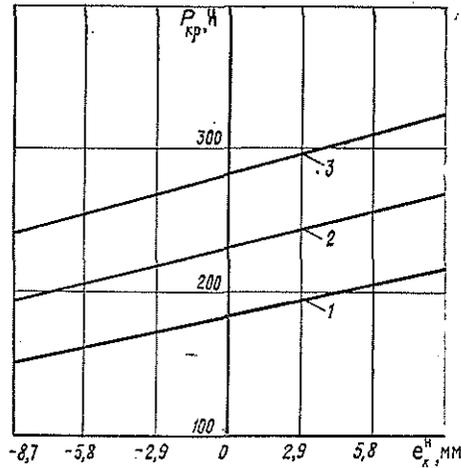


Рис. 3. Изменение критической силы $P_{кр}$ с учетом горизонтального перемещения нижнего пильного шкива вдоль оси: 1 — при напряжении от усилия натяжения $\sigma_0 = 60$ МПа; 2 — 80; 3 — 90; 4 — 100 МПа; $\delta = 1,0$ мм; $b = 75$ мм

эксплуатацией установленных на Новоятском лыжном комбинате ленточнопильных станков фирмы «Тюгоку Кикай» (Япония), имеющих $D_{шк} = 1200$ мм, показали, что механизм горизонтального смещения пильных шкивов может быть эффективно использован при настройке станков. Тем более, что конструкция механизма резания этих станков позволяет обеспечивать относительное смещение пильных шкивов более просто и удобно за счет перемещения верхнего шкива.

Отсутствие рекомендаций по целесообразным величинам смещений шкивов сдерживает рациональное использование этого механизма в целях постоянного повышения работоспособности ленточных пил и вызывает обоснованную осторожность у станочников, особенно на стадии освоения этих станков.

Поэтому в производственных условиях Новоятского лыжного комбината были проведены специальные экспериментальные исследования при использовании ленточных пил толщиной 1,2 мм и шириной от 120 до 150 мм. Изучали влияние горизонтального смещения верхнего пильного шкива вдоль оси его вращения на поперечную жесткость ленточных пил и точность выпиливаемых заготовок.

Поперечную жесткость опытных пил, подготовленных в соответствии с требованиями технологических режимов РИ 04-00, измеряли в трех позициях сечения полотна (по оси полотна, на расстояниях 5 мм от впадин зубьев и от задней кромки), расположенного в центре пролета между направляющими. Для измерения поперечной жесткости пил применяли специальный жесткомер, используемый для этих целей

при исследованиях напряженного состояния круглых, рамных и ленточных пил. Боковое давление жесткомера на пилу устанавливали равным 20 Н.

Относительное горизонтальное смещение пильных шкивов изменялось за счет регулировки верхнего шкива при неизменном положении нижнего.

В этих условиях было выявлено, что при смещении верхнего пильного шкива в пределах 2...5 мм в направлении вектора скорости подачи распиливаемого лыжного кряжа поперечная жесткость ленточных пил увеличивается на 5...9%. При изменении смещения верхнего пильного шкива в противоположное направление, т. е. навстречу подаче пиломатериала, зафиксировано соответствующее уменьшение жесткости пил.

Результаты наблюдений за точностью распиловки заготовок подтвердили вывод о целесообразности обеспечения смещения пильных шкивов по горизонтали, достигаемого за счет верхнего пильного шкива (в направлении вектора скорости подачи заготовки) или нижнего шкива (в направлении навстречу вектору скорости подачи заготовки).

Материалы выполненных исследований позволили установить, что физическая сущность влияния на устойчивость ленточных пил симметричного наклона пильных шкивов ленточнопильного станка и наклона только одного шкива при некотором горизонтальном его смещении вдоль оси одинакова.

Таким образом, горизонтальное смещение пильных шкивов ленточнопильных станков оказывает влияние на устойчивость ленточных пил. При проектировании и модернизации конструкций механизмов резания таких станков целесообразно предусматривать механизм, обеспечивающий относительное горизонтальное смещение пильных шкивов.

С помощью этого механизма облегчается не только настройка ленточнопильного станка и обеспечивается повышение устойчивости работы ленточных пил, но и создаются условия для оперативной компенсации несовершенства напряженного состояния пил, обусловленного дефектами их подготовки, техническим состоянием пильных шкивов и т. д. Горизонтальное смещение пильных шкивов вдоль оси их вращения целесообразно обеспечивать в пределах до 10 мм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Веселкова Б. А. Исследование и разработка рекомендаций по повышению работоспособности ленточных пил: Дис... канд. техн. наук.— Л., 1978.
- [2]. Веселкова Б. А. Решение задачи об устойчивости плоской формы изгиба ленточных пил // Вопросы резания, надежности и долговечности дереворежущих инструментов и машин: Межвуз. сб. науч. тр.— Л.: ЛТА, 1977.— Вып. 4. [3]. Власов В. З. Тонкостенные упругие стержни.— М.: Госфизматиздат, 1959. [4]. Ломбарди Д. Ленточная пила. Кинематическая и статическая задача // Schweizerische Bauzeitung.— 1954.— № 25. [5]. Сугихара Х. Об устойчивости ленточных пил. Материалы лесотехнического colloquiuma в Брауншвейге // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1966.— № 8.

Поступила 14 мая 1987 г.

УДК 536.244

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОРЯДНЫХ ШАХМАТНЫХ ПУЧКОВ ИЗ ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ

В. Б. КУНТЫШ, И. В. ЮРКИН

Архангельский лесотехнический институт

Малорядные шахматные пучки из круглых оребренных труб применяют в калориферах лесосушильных камер и котельных агрегатов, в секциях подогрева воздуха центральных кондиционеров, в воздушных радиаторах гусеничных и колесных автотракторных машин. Число рядов z труб по направлению движения воздуха изменяется от 1 до 3, но в большинстве случаев $z = 1$ или $z = 2$ рядам.

В связи с этим возникают вопросы. Какой тип пучка энергетически целесообразен при прочих одинаковых условиях для практического применения? Какую компоновку пучка калорифера теплоэнергетически обоснованно применять для нагрева воздуха: одно- или двухрядную?

Отсутствие научных рекомендаций на поставленные вопросы способствует принятию противоречивых конструкторских решений при проектировании оребренных пучков промышленных теплообменников. Например, в лесосушильной камере УЛ-1 применены калориферы с однорядным пучком из биметаллических труб с накатными алюминиевыми ребрами; трубы симметрично расположены по обеим сторонам вентилятора; в лесосушильной камере СПВ-62М — калориферы с двухрядным шахматным пучком [1] из биметаллических оребренных труб с параметрами, близкими к параметрам труб калориферов камеры УЛ-1.

Из-за недостатка данных по теплообмену и аэродинамическому сопротивлению поперечно обтекаемых воздухом малорядных пучков из оребренных труб предлагаемое исследование направлено на получение таких показателей, которые позволили бы изучить энергетическую эффективность подобных пучков и разработать рекомендации по их компоновке.

Анализ исследований [3, 5, 7] показал, что в слаботурбулизированном набегающем потоке воздуха теплоотдача первого ряда в двухрядном шахматном пучке из оребренных труб на 7...17% ниже теплоотдачи второго ряда, а теплоотдача однорядного пучка в зависимости от параметров ребер и шага разбивки труб в пучке на 0...5% меньше теплоотдачи первого ряда двухрядного пучка. Данные по распределению аэродинамического сопротивления по рядам оребренных труб шахматного пучка приведены в табл. 1.

В табл. 1 прослеживается тенденция перераспределения сопротивления первого и второго рядов между собой с увеличением диаметра d_0 несущей трубы: сопротивление второго ряда становится меньше сопротивления первого ряда или сопротивления однорядного пучка. Например, для труб [3] сопротивление снижается в 1,33...1,23 раза в диапазоне изменения $Re = 10^4 \dots 3 \cdot 10^4$. Следовательно, сопротивление второго ряда для труб увеличенного диаметра становится меньше, а теплоотдача этого ряда выше по сравнению с такими характеристиками первого ряда или однорядного пучка. Отсюда следует, что целесообразно применять малорядные шахматные пучки вместо однорядных.

Для однозначного решения задачи нами экспериментально исследованы теплоотдача и аэродинамическое сопротивление обтекаемых

Таблица 1

Характеристика пучка σ_1/σ_2	Сопротивление ряда — Eu						Ис-точ-ник ли-те-ра-ту-ры	Параметры ребер и трубы, мм
	Re = 10 ⁴		Re = 2 · 10 ⁴		Re = 3 · 10 ⁴			
	Номер ряда							
	1	2	1	2	1	2		
1,04/0,91	0,56	0,74	0,49	0,59	0,47	0,49	[2]	$d = 43,4; d_0 = 23,4; h = 10;$ $s = 3,5; \Delta = 0,6; \varphi = 9,32$
1,035/0,897	0,39	0,42	0,3	0,33	0,26	0,28	[5]	$d = 57; d_0 = 25; h = 16;$ $s = 3,6; \Delta = 0,3; \varphi = 15,4$
1,28/1,28	0,36	0,36	0,34	0,31	0,33	0,28	[7]	$d = 50; d_0 = 32; h = 9;$ $s = 6; \Delta = 1,3; \varphi = 5,1$
1,035/0,896	0,453	0,34	0,36	0,29	0,32	0,26	[3]	$d = 100; d_0 = 44,5; h = 27,75;$ $s = 6,56; \Delta = 1; \varphi = 14,93$

* $\sigma_1 = S_1/d$ — относительный поперечный шаг; $\sigma_2 = S_2/d$ — относительный продольный шаг.

перпендикулярным потоком воздуха шахматных двухрядных пучков из оребренных труб увеличенного диаметра [4], рекомендованных для применения в калориферах лесосушильных камер.

Пучки собирали из биметаллических труб с накатными однозаходными непрерывными ребрами из алюминиевого сплава АД1М. Параметры ребер и труб следующие: наружный диаметр ребра $d = 69,5$ мм; высота h , шаг s и средняя толщина ребра Δ равны соответственно 14,8; 3 и 0,6 мм; диаметр у основания (несущий) ребра $d_0 = d - 2h = 39,9$ мм; коэффициент оребрения трубы $\varphi = 14,67$; внутренний диаметр стальной гладкой несущей трубы $d_1 = 33$ мм, а толщина стенки ее $\delta_1 = 2,5$ мм.

Всего было испытано пять пучков. Поперечный шаг S_1 в пучке I был равен 74 мм, в пучке II — 80 мм, в III — 100, в IV — 120, в пучке V — 133 мм. Продольный шаг S_2 размещения труб для всех пучков принят одинаковым и равным 74 мм. Выбор значений шага S_1 обусловлен тем, что с указанными шагами выполнено исследование теплоаэродинамических характеристик однорядных пучков [4] из этих же труб.

Опыты проведены в аэродинамической трубе по методике, приведенной в работе [6]. Теплоотдачу изучали локальным тепловым моделированием, при котором трубку-калориметр устанавливали в центре каждого поперечного ряда пучка. По опытным измерениям рассчитывали приведенный α_i коэффициент теплоотдачи i -го ряда пучка, вычисленный по температурному напору, равному разности средней температуры стенки трубы у основания ребер и температуры набегающего воздуха.

Экспериментальные данные представляли в числах подобия

$$Nu_i = \frac{\alpha_i d_0}{\lambda}; \quad Nu = \frac{\alpha d_0}{\lambda}; \quad Re = \frac{w d_0}{\nu}; \quad Eu = \frac{\Delta p}{\rho w^2},$$

где α — средний приведенный коэффициент теплоотдачи пучка, вычисленный общезвестными приемами [6];

w — скорость воздуха в узком поперечном сечении пучка, м/с;

Δp — перепад статического давления воздуха на пучке, Па.

Физические константы воздуха λ , ν , ρ принимали по его средней температуре в пучке. Коэффициенты теплоотдачи α_i и α вычислены по полной наружной теплоотдающей площади поверхности оребрения калориметрической трубки.

В ходе экспериментов переменные изменялись в следующих диапазонах: средняя температура набегающего потока воздуха $t_1 = 21 \dots 29,1$ °С; средняя температура воздуха за пучком $t_2 = 22,7 \dots 32,2$ °С; средняя температура стенки трубы $t_{ст} = 93,84 \dots 73,84$ °С; скорость воздуха $w = 1,41 \dots 16,57$ м/с.

Результаты опытов по теплоотдаче (рис. 1) 1- и 2-го рядов пучков I—V аппроксимируются критериальным уравнением

$$Nu_i = C_i Re^{n_i}. \quad (1)$$

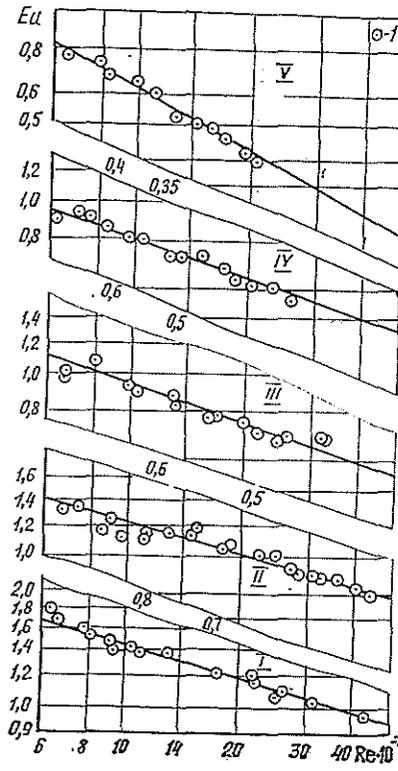
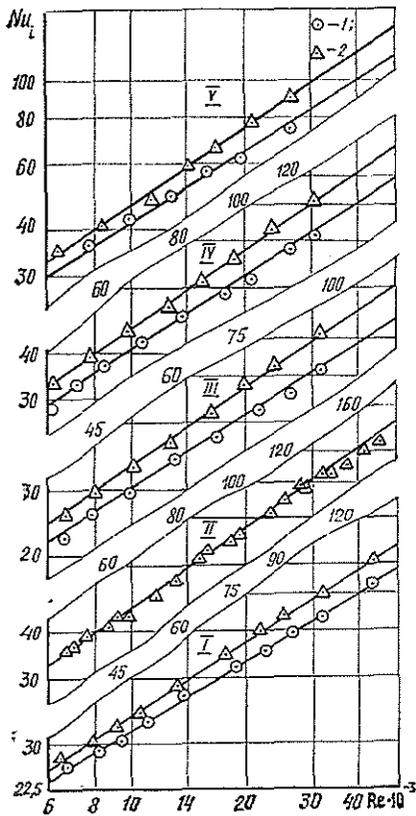


Рис. 1. Теплоотдача пучков: 1 — первый ряд; 2 — второй ряд; I, II, III, IV, V — номера пучков; сплошные линии — расчеты теплоотдачи проведены по формуле (1)

Рис. 2. Аэродинамическое сопротивление пучков: I — опытные точки; I, II, III, IV, V — номера пучков; сплошные линии — расчеты сопротивления проведены по формуле (3)

Средняя теплоотдача пучков I—V подчиняется критериальному уравнению

$$Nu = C Re^n \tag{2}$$

Аэродинамическое сопротивление двухрядных пучков I—V (рис. 2) описывается критериальным уравнением

$$Eu = C_1 Re^{-n_1} \tag{3}$$

Коэффициенты C , C_1 , n и n_1 в формулах (1) — (3) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Но- мер пуч- ка	Постоянные коэффициенты							
	C_i для ряда		n_i для ряда		C	n	C_1	n_1
	1-го	2-го	1-го	2-го				
I	0,172	0,1320	0,60	0,64	0,152	0,62	19,00	0,28
II	0,113	0,0815	0,64	0,69	0,101	0,66	16,10	0,28
III	0,110	0,0800	0,64	0,69	0,099	0,66	19,17	0,33
IV	0,113	0,0815	0,64	0,69	0,101	0,66	16,86	0,33
V	0,113	0,0815	0,64	0,69	0,101	0,66	66,60	0,51

Первому ряду исследованных пучков свойственна пониженная интенсивность теплоотдачи по сравнению с теплоотдачей второго ряда. Уменьшение теплоотдачи составляет 1,08... 1,11 раза для низких значений числа Re и 1,16... 1,21 раза для наибольших значений Re , достигнутых в опытах. Рост Re сопровождается развитием повышенной турбулентности потока за первым рядом и соответствующим наращиванием теплоотдачи второго ряда. Следовательно, теплообмен во втором ряду пучка в среднем на 12... 16 % протекает более интенсивно по отношению к этой же характеристике первого ряда. Полученные соотношения характерны для обтекания первого ряда низкотурбулизированным набегающим потоком воздуха, который обеспечен в экспериментах расположением пучков от вентилятора на расстоянии, превышающем длину участка гидродинамической стабилизации.

Средняя теплоотдача пучков II—V практически одинакова, несмотря на увеличение поперечного шага от $S_1 = 80$ мм до $S_1 = 133$ мм, т. е. в 1,67 раза. Теплоотдача тесного пучка I в 1,06... 1,02 раза превышает теплоотдачу пучков II—V.

Аэродинамическое сопротивление пучков непрерывно уменьшается с увеличением S_1 при $S_2 = \text{const}$. Например, для $Re = 12\,500$ сопротивление пучка II в 1,18 раза меньше сопротивления пучка I, а пучка V в 2,5 раза меньше.

Сравним теплоаэродинамические характеристики двухрядных пучков I, II, как наиболее интересных для промышленного аппаратостроения ввиду большей компактности, с подобными характеристиками однорядных пучков [4] из таких же труб и одинакового шага S_1 . Значения теплоотдачи однорядного пучка и первого ряда двухрядного пучка равны между собой в исследованном диапазоне Re . Значит, суммарная теплоотдача двух однорядных пучков при $Re = \text{const}$ меньше теплоотдачи идентичного двухрядного пучка. А как обстоит дело с соотношением по сопротивлению таких пучков?

Анализ показал, что сопротивление двухрядного пучка ниже сопротивления двух вместе взятых однорядных пучков. Например, сопротивление пучка I соответствует при $Re = 6 \cdot 10^3 - Eu = 1,66$, а при $Re = 25 \cdot 10^3 - Eu = 1,11$ (рис. 2). Суммарное сопротивление двух однорядных пучков с таким же S_1 по [4] для указанных значений Re соответственно равно $Eu = 1,92$ и 1,2.

Для количественной оценки преимущества двухрядного пучка по сравнению с однорядным на рис. 3 сопоставлены характеристики пучков в энергетических координатах: средняя теплоотдача пучка α и удельная затрата мощности N_0 на прокачку воздуха через пучок. При всех значениях N_0 теплоотдача двухрядных пучков выше теплоотдачи однорядных пучков. Например, для $N_0 = 2$ Вт/м² коэффициент теплоотдачи

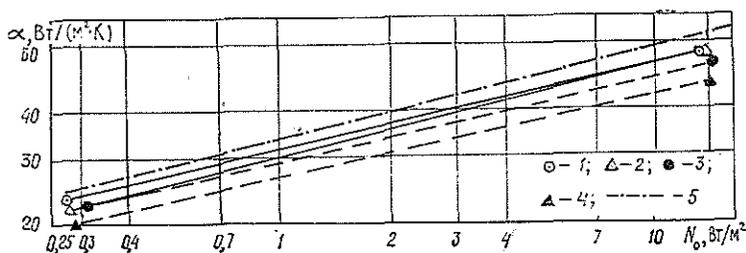


Рис. 3. Зависимость энергетической эффективности от числа рядов в пучке: 1, 2 — соответственно двухрядные пучки I, II; 3, 4 — соответственно однорядные пучки I, II; 5 — двухрядный пучок I в высокотурбулизированном потоке

двухрядного пучка I в 1,06 раза, а пучка II — в 1,16 раза превышает теплоотдачу соответствующих однорядных пучков.

Следовательно, двухрядная шахматная компоновка пучка из оребренных труб энергетически выгоднее однорядной компоновки.

Тепловую эффективность двухрядных пучков можно повысить, помещая их в высокотурбулизированный набегающий поток, возникающий непосредственно за вентилятором и распространяющийся на длину нескольких калибров воздушного канала. При длине больше 5...7 калибров вихревые возмущения в потоке затухают, течение стабилизируется. Высокая степень турбулентности набегающего потока интенсифицирует теплоотдачу первого ряда, увеличивая ее до уровня второго ряда. Средняя теплоотдача пучков I—V по теоретическим оценкам возрастает на 12...16%. Однако аэродинамическое сопротивление пучка, обтекаемого потоком высокой турбулентности, не возрастает, а, наоборот, имеет тенденцию к уменьшению в связи со смещением точки отрыва пограничного слоя в кормовую половину трубы и сужением вихревого следа, что приводит к снижению доли сопротивления давления.

На рис. 3 штрихпунктирной линией нанесена тепловая эффективность пучка I для случая протекания теплообмена в высокотурбулизированном потоке, рассчитанная по изложенным исходным предпосылкам. Коэффициент теплоотдачи пучка при $N_0 = idem$ возрастает на 10%, а по сравнению с однорядными пучками тепловая эффективность двухрядных пучков для принятого расположения их по отношению к вентилятору повышается на 40%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Богданов Е. С., Козлов В. А., Пейч Н. Н. Справочник по сушке древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 192 с. [2]. Кунтыш В. Б., Иохвеев Ф. М., Таранян И. Г. Влияние числа поперечных рядов оребренных труб и угла атаки ребра на сопротивление шахматных и коридорных пучков // Энергетика.— 1974.— № 12.— С. 114—117. (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Кунтыш В. Б., Аникин А. И., Васьута В. Ф. Тепловая эффективность пучков из труб с насадными отбортованными ребрами промышленных калориферов // Лесн. журн.— 1981.— № 6.— С. 73—78. (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Теплообмен и аэродинамическое сопротивление однорядных биметаллических калориферов для лесосушильных камер / В. Б. Кунтыш, В. И. Мелехов, Е. С. Богданов и др. // Деревообраб. пром-сть.— 1985.— № 9.— С. 7—9. [5]. Федотова Л. М., Кунтыш В. Б., Кузнецов Н. М. Теплоотдача и сопротивление пучков, оребренных навитой лентой, труб аппаратов воздушного охлаждения с различным числом рядов // Энергетика.— 1980.— № 5.— С. 112—115. (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Экспериментальное исследование теплоотдачи и сопротивления пучков АВО из биметаллических труб / В. Б. Кунтыш, А. Э. Пиир, А. И. Егоров и др. // Энергетика.— 1977.— № 12.— С. 89—93. (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Юдин В. Ф. Теплообмен поперечнооребранных труб.— Л.: Машиностроение, 1982.— 189 с.

Поступила 6 декабря 1985 г.

УДК 674.093.26-416.05

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ РАБОТЫ ЛУЩИЛЬНОГО СТАНКА

Т. А. ДУБИНИНА, А. Н. КЛИМОВ, Ю. Н. СТРИЖЕВ

НПО Научфанпром

Задачу повышения производительности лущильных станков можно решить совершенствованием конструкции лущильного станка и совершенствованием управления лущильным станком.

Если первое направление сопряжено со значительными временными и финансовыми затратами (цикл разработки нового лущильного станка

в среднем составляет 5...10 лет), то второе не требует существенных конструктивных переделок станка и позволяет решать задачи автоматизации на существующем оборудовании.

Для определения оптимальной стратегии автоматизации управления лущильным станком необходимо исследовать ряд параметров его конструктивного и технологического характера, например, длительность выполнения отдельных подопераций, задержки и продолжительность движения различных органов станка.

В процессе изучения необходимо использовать измерительные приборы — датчики, осциллографы и др., — монтаж и настройку которых следует производить на действующем оборудовании.

Так как исследования носят многоплановый характер и требуют большого количества измерительной аппаратуры, то эксперимент связан со значительными затратами. С целью уменьшения издержек было проведено планирование эксперимента.

В данной статье рассмотрен один из вариантов расчета рационального числа измерений в зависимости от основных факторов, влияющих на качество исследований: временные ограничения (число замеров); затраты на эксперимент и его подготовку; точность получаемых оценок параметров. Все три фактора связаны с числом N обработанных чураков на лущильном станке в эксперименте. Необходимо найти такое N , которое бы отвечало наименьшим затратам на эксперимент при заданной точности оценок параметров.

Значение некоторого параметра (отсчет начала операции, ее длительность, окончание) обозначим через \tilde{x} и потребуем, чтобы математическое ожидание \tilde{x} было равно истинному значению

$$E[\tilde{x}] = x,$$

где $E[\tilde{x}]$ — математическое ожидание \tilde{x} ;

\tilde{x} — отсчет, полученный в ходе эксперимента.

Оценки \tilde{x} состоятельные, если они сходятся по вероятности с истинными значениями параметров:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} P[|\tilde{x} - x| \geq \varepsilon] \rightarrow 0, \quad \varepsilon > 0.$$

Число фанерных чураков, обрабатываемых при i -тых условиях, обозначим через r_i . Тогда

$$N = \sum_{i=1}^n r_i.$$

Здесь n — число условий.

Определим план эксперимента как совокупность исследуемых параметров x_1, x_2, \dots, x_c , количество замеров в каждой группе условий r_1, r_2, \dots, r_n и общее число N .

Нормированный план определяется вектором

$$P_1 = \frac{r_1}{N}, P_2 = \frac{r_2}{N}, \dots, P_n = \frac{r_n}{N} \quad (1)$$

таким, что

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1.$$

Функцию затрат $R(N)$ вычислим как сумму функции непосредственных затрат $R_s(N)$ на подготовку и проведение эксперимента и

приведенной к затратам функции потерь $R_{\theta}(N)$ из-за неточности полученных в эксперименте оценок. Тогда

$$R(N) = R_s(N) + R_{\theta}(N). \quad (2)$$

Если выражение (2) представлено в явном виде, то ищем $\min R$ из условия:

$$\frac{dR(N)}{dN} = 0,$$

что дает оптимальное число измерений $N_{\text{опт}}$ для всех групп условий. Функцию непосредственных затрат можно записать в таком виде:

$$R_s(N) = R_n + \alpha N, \quad (3)$$

где R_n — затраты на приобретение измерительной аппаратуры, ее установку, монтаж и настройку;

α — постоянный коэффициент затрат на текущие исследовательские работы, связанные с проведением эксперимента (зарплата исследователей, потеря производительности, обусловленная проведением эксперимента, расход материалов и электроэнергии).

В связи с тем, что получить в явном виде $R_{\theta}(N)$ сложно, сформулируем модель влияния точности измерения параметров на число замеров, т. е. число чураков, при обработке которых осуществляли исследование станка.

Точность эксперимента или ошибку обозначим через θ и свяжем ее с распределением случайных величин x_1, x_2, \dots, x_e . Очевидно, при $N \rightarrow \infty$ $\theta \rightarrow 0$, т. е. функция распределения, полученная из эксперимента, точно аппроксимирует истинную функцию распределения.

Однако при $N \rightarrow \infty$ и $R_s \rightarrow \infty$, поэтому планированием эксперимента найдем допустимое N_* при заданной точности θ .

Определим N_* при следующих гипотезах: нормальное распределение измеряемых параметров; вектор (1) может быть определен до начала эксперимента.

Воспользуемся распределением Стьюдента, которое зависит от объема выборки и при его увеличении закон асимптотически приближается к нормальному закону распределения.

Оценим точность наших измерений разностью дисперсий распределения Стьюдента $D(f_c) = \frac{N}{N_* - 2}$ и нормированного нормального закона $D(f_n) = 1$, тогда:

$$\theta = \frac{N}{N_* - 2} - 1. \quad (4)$$

Отсюда найдем N_* как функцию θ

$$N_* = \frac{2(1 + \theta)}{\theta}. \quad (5)$$

Для определения условий используем такую характеристику как диаметр чурака перед окоркой. Разобьем весь диапазон возможных диаметров чураков на n интервалов и найдем P_1, P_2, \dots, P_n .

Определим число измерений (обработанных фанерных чураков) с учетом того, что на исследование лущильного станка при обработке редко встречающихся диаметров фанерных чураков необходимо затратить больше средств и времени для обеспечения заданной точности из-

мерения параметров. Такое условие будет определять общее число обработанных фанерных чураков N .

Из распределения (1) находим

$$P_{i \min} = \min_i \left(\frac{r_i}{N} \mid i = \overline{1, n} \right) = \frac{r_i^*}{N}. \quad (6)$$

Приравняв $r_i^* = N_*$ (см. выражение (5)), получим расчетную формулу:

$$N \geq \frac{2(1+\theta)}{\theta P_{i \min}}. \quad (7)$$

Так, очередная партия фанерных чураков после промера показала распределение в следующем виде:

$$P = 0,241, \quad D = 140 \dots 180 \text{ мм};$$

$$P = 0,371, \quad D = 180 \dots 220 \text{ мм};$$

$$P = 0,241, \quad D = 220 \dots 260 \text{ мм};$$

$$P = 0,111, \quad D = 260 \dots 300 \text{ мм};$$

$$P = 0,036, \quad D = 300 \dots 340 \text{ мм}.$$

Отсюда, если требуется обеспечить 5 %-ную точность измерения больших диаметров — от 300 до 340, необходимо выполнить 1 166 измерений. Случайные величины — диаметры фанерных чураков — группируют в диапазонах диаметров таким образом, что формируют распределенные партии по r_i , шт., $i = \overline{1, 5}$.

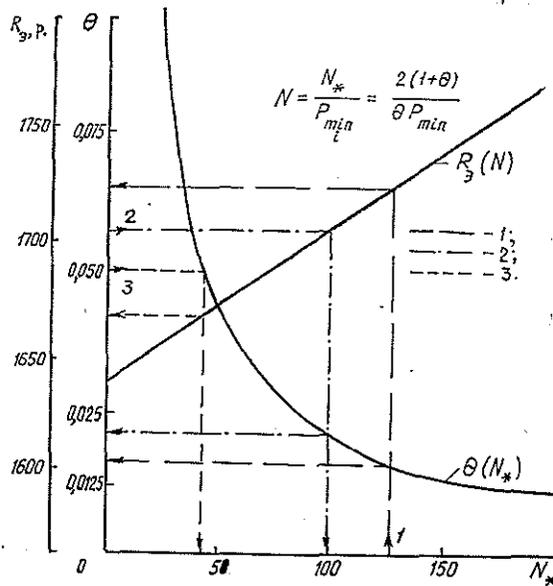
$$r_1 = 0,241 \cdot 1\,166 = 281 \text{ шт.};$$

$$r_2 = 0,371 \cdot 1\,166 = 433 \text{ шт.};$$

$$r_3 = 0,241 \cdot 1\,166 = 281 \text{ шт.};$$

$$r_4 = 0,111 \cdot 1\,166 = 129 \text{ шт.};$$

$$r_5 = 0,036 \cdot 1\,166 = 42 \text{ шт.}$$



Графическое распределение характеристик планирования экспериментов: 1, 2, 3 — позиции

Однако если подготовить исходный материал так, чтобы выполнялось условие $r_i = 42$, $i = 1,5$, то эксперимент можно закончить в шесть раз быстрее, а именно, требуется не 1166, а всего лишь 210 чураков, что и определит план с минимальными затратами при заданной точности исследований.

На рисунке представлены графики зависимостей (3) и (4). Графики позволяют сопоставить число экспериментов N_* с затратами на их проведение и точность измерения параметров. Например, позиция 1 позволяет по заданному минимальному числу измерений в группе условий определить затраты и точность. Позиция 2 по стоимостным ограничениям определяет требуемое число измерений и точность, которую при этом можно обеспечить. Позиция 3 соответственно задает количество измерений и затраты на эксперимент в зависимости от задаваемой точности.

Рассмотренный подход к планированию эксперимента, примененный при исследовании лущильного станка модели 2НV-66, можно использовать и при изучении другого оборудования в деревообрабатывающей промышленности. Отличием в другом эксперименте может явиться изменение R_n и α в формуле (3), а также совокупность условий (вектор (1)), при которых проводят эксперимент.

Поступила 21 июня 1985 г.

УДК 674.093.001.57

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ В ЛЕСОПИЛЕНИИ

Б. И. КОШУНЯЕВ

ЦНИИМОД

Интенсивное использование сырья в лесопилении — важнейшая предпосылка повышения эффективности лесоперерабатывающих производств. На этой основе можно получить максимальный народнохозяйственный эффект от использования пиловочника на всех стадиях: от распределения ресурсов древесного сырья до потребления продукции лесопиления. Наиболее целесообразный путь решения этой проблемы заключается в разработке и реализации экономико-математических моделей.

Структура общей модели интенсивного использования сырья в лесопилении имеет следующий вид.

Целевая функция

$$C = F(x_{111}, \dots, x_{IDZ}) \rightarrow \max; \quad (1)$$

ограничения:

по производственным мощностям лесопиления

$$f_1(x_{111}, \dots, x_{IDZ}) \leq m; \quad (2)$$

по объемам древесины, которые могут быть переданы лесопилению другими лесоперерабатывающими производствами

$$f_2(x_{111}, \dots, x_{IDZ}) \geq b; \quad (3)$$

по размерно-качественному составу поставляемых пиломатериалов

$$\underline{a}_s^t \leq f_3(x_{id}) \leq \overline{a}_s^t; \quad (4)$$

на неотрицательность переменных величин

$$x_{idz}, \dots, x_{iDz} \geq 0; \quad i \in I; \quad d \in D; \quad z \in Z, \quad (5)$$

где x_{idz} — объем сырья d -й размерно-качественной группы, используемого на i -м лесопильном предприятии по z -му варианту его переработки;

m — производственные мощности лесопиления;

b — объем древесины, планируемый к переработке в целлюлозно-бумажном производстве и производстве древесных плит, который может быть передан лесопилению в виде пиловочника;

\underline{a}_s^t и \overline{a}_s^t — границы использования s -й размерно-качественной группы пиломатериалов у t -го потребителя.

Функция цели ориентирована на получение максимального народнохозяйственного эффекта (с учетом транспортного фактора) при использовании сырья в лесопилении.

В связи с большим количеством поставщиков древесного сырья, лесопильных предприятий и потребителей продукции лесопиления, множеством размерно-качественных групп пиловочного сырья и вариантов его переработки, многообразием продукции лесопиления в модели необходимо учитывать чрезвычайно большое число параметров. Решение таких задач связано с рядом принципиальных математических и вычислительных трудностей и практически невозможно в рамках единой экономико-математической модели.

В этом случае наиболее целесообразно использовать метод декомпозиции, т. е. общую проблему интенсивного использования сырья в лесопилении следует представить в виде совокупности взаимосвязанных частей с последующим их решением. Важнейший технологический аспект проблемы — оптимизация соотношений объемов основных видов продукции лесопиления. Именно соотношения пиломатериалов и технологической щепы, вырабатываемых из единицы объема пиловочника, во многом определяют эффективность лесопиления в целом, влияют на выбор лесопильного оборудования, использование пиломатериалов у потребителей, распределение древесного сырья между лесопильным производством и производствами целлюлозы и древесных плит.

Оптимальная величина соотношений объемов основных видов продукции лесопиления формируется под влиянием многих факторов. Главные из них: диаметр бревен, качественный состав распиливаемого сырья, назначение вырабатываемых пиломатериалов, цены на пиломатериалы, технологическую щепу и опилки, стоимость единицы затрат, фондоемкость производства, способ транспортирования и расстояние до потребителей продукции лесопиления. В качестве критерия оптимальности наиболее целесообразно принять показатель приведенного дохода (чистой прибыли), который соизмеряет стоимость реализованной продукции лесопиления с приведенными затратами на ее производство и транспортирование, полученной из единицы сырья.

Между объемным выходом пиломатериалов и выходом других видов продукции лесопиления имеются функциональные зависимости. Поэтому, определив оптимальный объемный выход пиломатериалов, можно установить оптимальные выходы технологической щепы и опилок. Структура модели баланса использования сырья в лесопилении имеет следующий вид.

Целевая функция

$$C = \Phi(x_1, \dots, x_d) \rightarrow \max; \quad (6)$$

ограничения:

по производственным мощностям

$$f_1(x_1, \dots, x_d) \geq b_1; \quad (7)$$

по трудовым ресурсам

$$f_2(x_1, \dots, x_d) \leq b_2; \quad (8)$$

по капиталовложениям

$$f_3(x_1, \dots, x_d) \leq b_3; \quad (9)$$

по пропускной способности транспорта

$$f_4(x_1, \dots, x_d) \leq b_4; \quad (10)$$

на возможные диапазоны изменения переменных

$$x_{d \min} \leq x_d \leq x_{d \max}; \quad d = 1, 2, \dots, D, \quad (11)$$

где x_d — объемный выход пиломатериалов из сырья d -й группы.

Модель баланса использования сырья в лесопилении приведена в одной из наших работ*.

Оптимизация баланса использования пиловочника позволяет обосновать распределение древесного сырья между основными лесоперерабатывающими производствами. Пусть z_{di} — объем сырья d -й группы, используемый по i -му направлению ($i = 1$ — для лесопильного производства; $i = 2$ — для целлюлозно-бумажного; $i = 3$ — для производства древесных плит и т. д.). Модель имеет следующий вид.

Целевая функция

$$C = \sum_{d=1}^D \sum_{i=1}^m c_{di} z_{di} \rightarrow \max, \quad (12)$$

где c_{di} — оценка эффективности использования сырья d -й группы по i -му направлению;

ограничения:

по мощностям лесопильного производства

$$\sum_{d=1}^D z_{di} \leq N_i; \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad (13)$$

по объемам круглых лесоматериалов для целлюлозно-бумажного производства

$$\sum_{d=1}^D z_{d2} - \left(\sum_{d=1}^D \alpha_{d2} z_{d1} + \sum_{d=1}^D \beta_{d2} z_{d1} \right) - \sum_{d=1}^D \gamma_{d2} z_{dm} \leq N_2; \quad (14)$$

$$i = 1, 2, \dots, m;$$

по объемам круглых лесоматериалов для производства древесных плит

$$\sum_{d=1}^D z_{d3} - \left(\sum_{d=1}^D \alpha_{d3} z_{d1} + \sum_{d=1}^D \beta_{d3} z_{d1} \right) - \sum_{d=1}^D \gamma_{d3} z_{dm} \leq N_3; \quad (15)$$

$$i = 1, 2, \dots, m;$$

по ресурсам круглых лесоматериалов для лесоперерабатывающих производств

$$\sum_{d=1}^D \sum_{i=1}^m z_{di} \leq \sum_{d=1}^D Q_d; \quad (16)$$

на неотрицательность переменных

* Кошуняев Б. И. Оптимизация переработки сырья в лесопилении // Деревооб. пром-сть.— 1984.— № 11.— С. 3—6.

$$z_{di} \geq 0; \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (17)$$

Здесь N_1, N_2, N_3 — мощности по переработке древесного сырья соответственно в лесопильном, целлюлозно-бумажном и плитном производствах;

α_{d2} и α_{d3} — удельный выход технологической щепы при использовании в лесопилении d -й группы сырья соответственно для целлюлозно-бумажного производства и производства древесных плит;

β_{d2} и β_{d3} — удельный выход технологических опилок;

γ_{d2} и γ_{d3} — удельный выход технологического сырья при использовании в других лесоперерабатывающих производствах сырья d -й группы соответственно для целлюлозно-бумажного производства и производства древесных плит;

Q_d — объем сырья d -й группы, запланированный лесоперерабатывающим производствам.

Оптимизация соотношений основных видов продукции лесопиления создает предпосылки для специализации предприятий по перерабатываемому сырью. Эта задача может возникнуть при поставке хлыстов в пункты централизованной раскряжевки с последующим распределением сортиментов между отдельными лесопильными предприятиями. Первоначально определяют оптимальную величину объемного выхода пиломатериалов x_{kd} и соответствующие величины удельного приведенного дохода p_{kd} на единицу сырья d -й размерно-качественной группы на каждом из k предприятий.

Затем вычисляют объемы сырья y_{dk} d -й группы, используемые на каждом k -м предприятии, по следующей модели.

Целевая функция

$$C = \sum_{d=1}^D \sum_{k=1}^K p_{dk} y_{dk} \rightarrow \max; \quad (18)$$

$$d = 1, 2, \dots, D; \quad k = 1, 2, \dots, K;$$

ограничения:

по производственным мощностям

$$\sum_{d=1}^D y_{dk} \leq N_k; \quad k = 1, 2, \dots, K; \quad (19)$$

по запасам сырья

$$\sum_{k=1}^K y_{dk} = Q_d; \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad (20)$$

на неотрицательность переменных

$$y_{dk} > 0; \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (21)$$

где N_k — производственная мощность лесопильных предприятий;

Q_d — объем пиловочного сырья, используемый в плановом периоде.

Оптимизация баланса использования пиловочного сырья создает предпосылки для обоснования технологии и оборудования лесопильного производства.

Технологический процесс лесопиления условно можно разделить на три фазы: приемка и подготовка сырья к распиловке, формирование сечений пиломатериалов и обработка, хранение и отгрузка пиломатериалов. Выбор лесопильного оборудования следует проводить с учетом специфических особенностей каждой фазы. На участке приемки и подготовки сырья к распиловке необходимо минимизировать затраты живого и овеществленного труда, а требования к интенсивному использованию сырья должны задаваться в виде соответствующих технологических ограничений. При формировании сечений пиломатериалов необходимо сопоставлять стоимость планируемой к производству продукции с затратами на ее производство и транспортирование. Наконец, на участках обработки пиломатериалов для оценки конкурирующих типов машин целесообразно использовать приведенные затраты, величина которых зависит от среднего объема досок, а следовательно, и от объемного выхода пиломатериалов.

Поэтому если известна оптимальная величина объемного выхода пиломатериалов, то выбор оборудования для формирования сечений и обработки пиломатериалов может осуществляться на основе сравнения приведенных затрат, получаемых при использовании конкурирующих типов оборудования по всем участкам лесопильного производства. Искомое число единиц оборудования u_{id} i -го вида для переработки d -й группы сырья может быть найдено по следующей модели.

Функция цели

$$C = \sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D b_{id} u_{id} \rightarrow \min, \quad (22)$$

где b_{id} — оценка эффективности применения i -го вида оборудования для переработки сырья d -й группы;

ограничения:

по производительности оборудования

$$\sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D Q_{id} u_{id} \geq \sum_{d=1}^D Q_d; \quad i = 1, 2, \dots, I; \quad (23)$$

по трудозатратам

$$\sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D Q_{id} t_{id} u_{id} \leq T; \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad (24)$$

по капитальным вложениям

$$\sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D Q_{id} k_{id} u_{id} \leq K; \quad (25)$$

по энергозатратам

$$\sum_{i=1}^I \sum_{d=1}^D Q_{id} e_{id} u_{id} \leq E; \quad (26)$$

на целочисленность решения

$$u_{id} = 1, 2, 3, \dots \quad (27)$$

Здесь Q_{id} — объем сырья d -й группы, перерабатываемый i -м оборудованием;

t_{id} — время обработки единицы объема сырья d -й группы на i -м оборудовании;

T — общий фонд рабочего времени;

k_{id} — удельные капиталовложения на переработку сырья d -й группы на i -м оборудовании;

K — выделенные в плановом периоде капитальные вложения;

e_{id} — удельные энергозатраты на переработку сырья d -й группы на i -м оборудовании;

E — выделенные в плановом периоде энергоресурсы.

Комплекс моделей интенсивного использования сырья в лесопилении обеспечивает оптимизацию баланса использования сырья на стадии проектирования производственных мощностей и для действующих предприятий, выбор эффективных направлений использования сырья на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях, специализацию предприятий по диаметрам перерабатываемого сырья. Математические модели и методы их реализации являются тем современным научным инструментом, который позволяет достаточно быстро и достоверно оценить последствия принимаемых решений относительно ресурсов и предполагаемой эффективности. Принципиально важно и то, что в условиях нашей страны при значительных территориальных различиях основных лесопромышленных регионов формализованный метод и ЭВМ обеспечивают дифференцированный подход к оценке возможных направлений использования в лесопилении дорогостоящего древесного сырья.

Поступила 10 апреля 1986 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.1.023.1

РАЗДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ
КИСЛОЙ ФРАКЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ОТБЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Т. А. ТУМАНОВА, В. А. ЧАСОВЕННАЯ

Ленинградская лесотехническая академия

При изучении отработанных отбельных растворов, отложений, снятых с оборудования отбельных цехов, возникает необходимость в анализе кислот жирного ряда, ароматических, оксикислот.

В литературе встречаются методики разделения и идентификации химических групп органической природы черных щелоков [2—4], но не сказано о разделении и анализе групп, выделенных из отработанных отбельных растворов.

В данной работе приведены результаты по разработке методики разделения и идентификации жирных кислот, двухосновных кислот.

Методика разделения основана на различной адсорбционной способности кислот по отношению к сорбентам. Был применен проточный метод хроматографирования смеси. Разделение фракции, выделенной из отбельных растворов, осуществляли методом адсорбционной колоночной хроматографии, идентификацию — методом тонкослойной хроматографии. С этой целью получены значения R_f для индивидуальных кислот и сравнены с литературными данными (табл. 1).

Приборы и реактивы: Хроматографическая колонка — стеклянная трубка (диаметром 10 мм, высотой 30...40 мм) — в нижней части заполнена стеклянной ватой. Колонку заполняли силикагелем марки L 100/160 «мокрым способом».

Растворители: хлороформ, н-бутанол, 25 %-ный раствор аммиака, этанол, кристаллический йод, индикатор — бромкрезоловый зеленый в 96 %-ном растворе этилового спирта. Пластинки «Silufol».

Методика анализа. Навеску смеси кислот (0,05...0,20 г) растворяли в хлороформе. Объем растворителя брали минимальным (5...10 мл). Растворенную пробу заливали в подготовленную хроматографическую колонку. После впитывания слоя раствора в силикагель индивидуальные кислоты вымывали смесью растворителей — хлороформ (X) : н-бутанол (Б) при соотношении X : Б как 5 : 95, 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 50 : 50, 80 : 20, 90 : 10.

Пробы отбирали по 5 мл и титровали 0,02 н. раствором едкого натра в присутствии индикатора (бромкрезоловый пурпурный) [1]. Скорость вытекания жидкости из колонки — 0,5 мл/мин. По данным титрования строили хроматограмму, по которой качественно и количественно определяли содержание кислот в смеси.

Идентификацию осуществляли методом тонкослойной хроматографии на пластинках «Silufol». Система растворителей — спирт : вода : 25 %-ный аммиак (100 : 12 : 16). Проявление пластин проводили в парах йода по величине R_f (эту величину сравнивали с R_f для индивидуальных двухосновных кислот) [5].

В табл. 2 приведены результаты разделения дикарбоновых кислот из искусственной смеси по прилагаемой методике.

Таблица 1
Значения R_f для дикарбоновых кислот

Кислота	Численные значения $R_f \cdot 100$ для кислоты	
	Опытные данные	Литературные данные
Щавелевая	0	5
Фумаровая	50	Нет
Малоновая	20	15
Малеиновая	25	Нет
Глутаровая	40	39
Янтарная	30	28
Адипиновая	75	45

* R_f — отношение расстояния центра пятна от точки старта к расстоянию фронта растворителя от старта.

Таблица 2

Разделение дикарбоновых кислот (модельная смесь)

Смесь кислот	Растворитель X : Б	Взято для анализа, г	Определено, г	Расхождение, %
Адипиновая	95 : 5	0,0176	0,0180	2,2
Фумаровая	80 : 20	0,0112	0,0116	3,0
Малоновая	50 : 50	0,0132	0,0137	3,8
Щавелевая	80 : 20	0,0186	0,0191	2,7
Адипиновая	95 : 5	0,0174	0,0173	0,5
Глутаровая	90 : 10	0,0158	0,0126	2,0
Малеиновая	80 : 20	0,0254	—	—
Фумаровая	80 : 20	0,0096	0,0335	5,0
Янтарная	70 : 30	0,0290	0,0236	1,8
Малоновая	50 : 50	0,0082	0,0083	1,2
Щавелевая	20 : 80	0,0226	0,0206	9,0

В отработанных отбелных растворах определяли содержание дикарбоновых кислот. Для этого образцы небеленой сульфатной целлюлозы из лиственных пород древесины (осина и береза) обрабатывали окислителями.

Таблица 3

Режимы обработки небеленой сульфатной целлюлозы окислителями (концентрация массы — 10 %)

Окислитель	pH	Температура, °С	Расход окислителя, % к абс. сухому волокну
H ₂ O ₂	11,0	70	2,0
ClO ₂	3,5	70	1,5
NaClO	11,0	70	1,5
Cl ₂	2,0	25	1,5
КЩО	11,0	70	

Примечание. Длительность обработки во всех случаях 60 мин. КЩО — кислородно-щелочная обработка.

Окислители и режимы обработки приведены в табл. 3.

Из отработанных фильтратов были выделены группы органических веществ и проведена идентификация кислой фракции. Сначала определяли общее содержание высших жирных кислот (ВЖК) и общее количество двухосновных (табл. 4). ВЖК вымывали четыреххлористым углеродом, во взвешенные бюксы отбирали 10 мл элюата и после отгонки растворителя взвешивали. Определение содержания дикарбоновых кислот и их идентификация проведены по описанной методике (табл. 5).

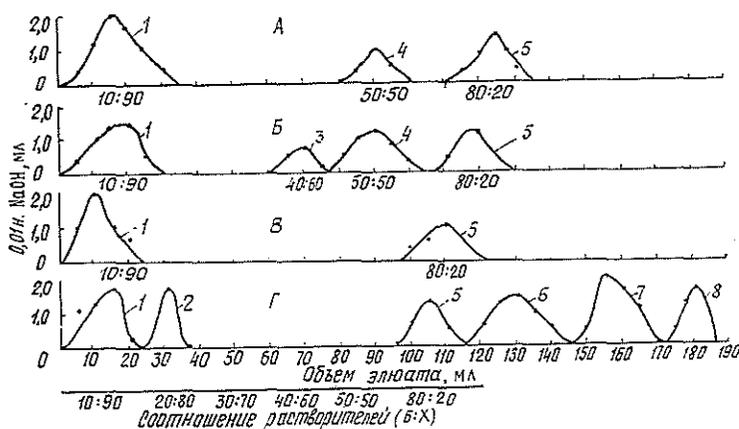
Таблица 4

Содержание ВЖК и дикарбоновых кислот в кислой фракции фильтратов

Окислитель	Внесено в колонку кислой фракции, г	Определено			
		ВЖК		дикарбоновых кислот	
		г	% от фракции	г	% от фракции
Cl ₂	0,0206	0,0110	53	0,0089	43,5
NaClO	0,0349	0,0242	69	0,0020	8,2
H ₂ O ₂	0,0038	0,0011	29	0,0018	47,0
ClO ₂	0,0033	0,0029	88	0,0003	1,5

На рисунке приведены хроматограммы дикарбоновых кислот, выделенных из отработанных отбелных растворов.

Таким образом, нами разработана методика выделения и идентификации кислой фракции отбелных растворов, основанная на приме-



А — обработка целлюлозы раствором гипохлорита натрия; Б — раствором пероксида водорода; В — раствором ClO_2 ; Г — раствором Cl_2 ; 1 — адипиновая кислота; 2 — фумаровая; 3 — малеиновая; 4 — малоновая; 5 — щавелевая кислота; 6, 7, 8 — одноосновные кислоты

Таблица 5

Идентификация дикарбоновых кислот, выделенных из отбельных фильтратов

Окислитель	Содержание кислот, г/100 г целлюлозы			
	Адипиновая	Малеиновая	Малоновая	Щавелевая
NaClO	0,0128	—	0,0330	0,0046
ClO_2	0,0170	—	—	0,0060
Cl_2	0,0117	—	—	0,0040
H_2O_2	0,0340	0,0074	0,0220	0,0104

нении методов хроматографии (колоночной и тонкослойной). Методику могут использовать научные сотрудники НИИ при изучении реакций отбельных процессов и инженеры-технологи для характеристики сточных вод ЦБП. Анализ фильтратов после обработки небеленой сульфатной целлюлозы различными отбельными реагентами показал, что в стоках содержится кислая фракция, состоящая, главным образом, из ВЖК, количество которых зависит от природы окислителя. Содержание дикарбоновых кислот в кислой фракции также зависит от химической природы отбельного реагента. Больше всего образуется их при обработке целлюлоз хлором и пероксидом водорода. Полученные данные могут быть использованы при выборе реагентов для обработки перед ступенью хлорирования. Получены значения R_f для фумаровой и малеиновой кислот, которые необходимы для проведения хроматографического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ахрем А. А. Кузнецова А. И. Тонкослойная хроматография.— М.: Наука, 1965.— 175 с. [2]. Болотин М. Б., Гемс И. С. Экспрессный метод определения легколетучих компонентов в водных полупродуктах биохимической переработки // Гидролиз, и лесохим, пром-сть.— 1977.— № 4.— С. 15—16. [3]. Ковалев В. Е., Рошин В. И. Групповой состав смолистых веществ сульфатных щелоков и целлюлозы // Химия древесины.— 1978.— № 2.— С. 42—47. [4]. Комшилов Н. Ф., Летопяки М. Н., Селиванова Т. А. Летучие кислоты

черных щелоков сульфатно-целлюлозного производства // ЖПХ.— 1965.— Т. 38, вып. 3.— С. 650—657. [5]. Шталь Э. Хроматография в тонких слоях.— М.: Мир, 1965.— 508 с.

Поступила 24 августа 1987 г.

УДК 546.224 : [541.134.5 + 541.132.3]

МЕХАНИЗМ АВТООКИСЛЕНИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ СУЛЬФИТА И ПИРОСУЛЬФИТА НАТРИЯ

К. Г. БОГОЛИЦЫН, Л. В. ГУСАКОВ, Л. Н. ПАРФЕНОВА, О. П. ОРЛОВА

Архангельский лесотехнический институт

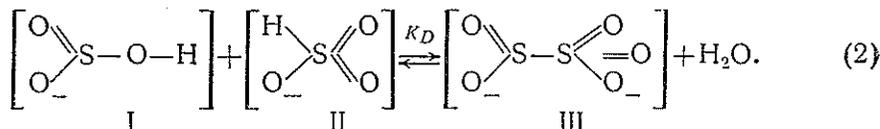
Водные растворы сернистой кислоты и ее солей — основа варочных растворов сульфит-целлюлозного производства. Независимо от pH при хранении в герметически закрытых сосудах в темноте и на холоду они практически не изменяют своего состава в течение весьма длительного времени. Однако в присутствии даже незначительных примесей стабильность растворов нарушается, при этом растворенный в воде кислород оказывает автокаталитическое воздействие на процессы окисления [12, 13]. Последние также ускоряются под воздействием световой и тепловой энергии.

Механизм превращения сернистой кислоты и ее солей в водном растворе до сих пор остается предметом многочисленных исследований. В водном растворе сульфита натрия наблюдается процесс протонирования сульфит-иона, который зависит от pH раствора и его температуры:

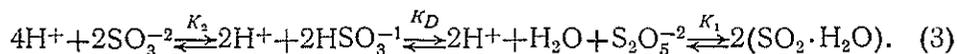


где $K_2 = 6,3 \cdot 10^{-8}$ [7].

Следовательно, водный раствор Na_2SO_3 правильнее считать сульфит-бисульфитным. В соответствии с работами [11, 14, 15] бисульфит-ион в водном растворе присутствует в виде двух таутомерных форм (I и II), взаимодействие которых приводит к образованию пиросульфит-иона (форма III):

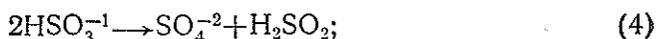


При реализации процесса по данной схеме постулируется образование связи S—S с сохранением степеней окисления атомов серы +4 и +6. Итак, в водных растворах оксисоединений серы реализуются ион-молекулярные равновесия:



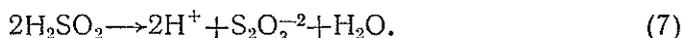
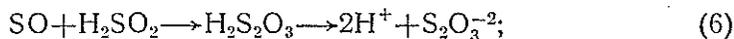
Наряду с этими основными ион-молекулярными превращениями в реальных растворах протекают реакции диспропорционирования, каталитического окисления и автоокисления.

В работе [16] рассматриваются возможности следующих превращений бисульфит- и пиросульфит-ионов в водных растворах:

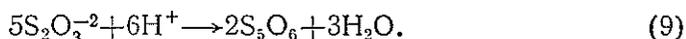
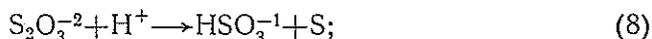




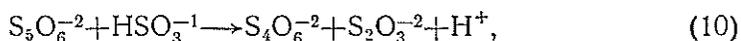
с образованием неустойчивых сульфоксида и сульфоксиловой кислоты, которые можно рассматривать как промежуточные соединения (активированный комплекс), образующиеся как при окислении сульфит-ионов, так и пиросульфит-анионов и переходящие затем в устойчивую гидратную форму — тиосерную кислоту — по уравнению:



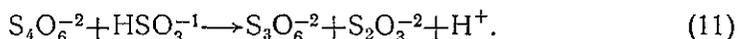
Ионы $\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$ неустойчивы в присутствии ионов водорода



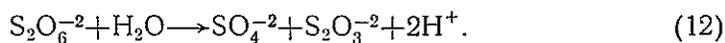
В присутствии бисульфит-ионов сернистой кислоты пентатионат-ионы нестабильны [9, 10, 16] и превращаются в тетраатионат-ионы



а при более высоких температурах процесс идет еще глубже

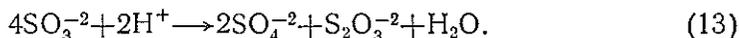


Полученная тритионовая кислота претерпевает довольно быстрое окисление

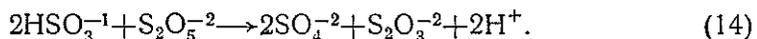
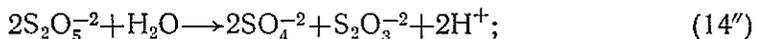
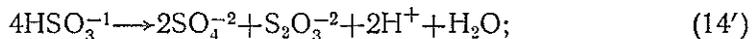


Следовательно, конечные продукты окисления водных растворов сульфита и пиросульфита натрия — сульфат и тиосульфат-ионы.

Анализ приведенных выше схем окислительно-восстановительных реакций показывает, что суммарную реакцию окисления сульфит-иона, с учетом уравнений (1), (4) и (17), можно представить в виде:



Для водных растворов пиросульфита, принимая во внимание наличие двух равновесных форм бисульфит-иона, процесс автоокисления, с учетом уравнений (2), (4), (5), (6), можно описать реакциями (14') и (14''), а также суммарным процессом (14):



Используя данные работ [3—5], рассчитывали значения стандартных изменений изобарно-изотермического потенциала реакций (13) — 300,56 кДж/моль, (14') — 134,77, (14'') — 710,47 и (14) — 163,03 кДж/моль. Полученные результаты свидетельствуют о возможности принципиального осуществления рассматриваемых процессов.

Для исследования механизма процесса автоокисления нами была изучена стабильность водных растворов сульфита и пиросульфита натрия в атмосфере инертного газа путем определения содержания сульфат-ионов в растворах в качестве конечного стабильного продукта реакции окисления. Растворы с концентрацией $2,809 \cdot 10^{-3}$ мольных долей растворяемого вещества на моль раствора (2 %-ный раствор сульфита

и 3 %-ный раствор пиросульфита натрия готовили из препаратов солей марки ЧДА на предварительно продутом аргоном бидистилляте). Потенциометрические определения проводили на рН-метре рН 121 в герметичной термостатируемой ячейке, снабженной системой подачи инертного газа и электродной парой измерительный (стеклянный ЭСЛ-63-07, платиновый ЭПВ-1) — вспомогательный (хлорсеребряный ЭВЛ-1М3) полуэлемент.

Содержание сульфат-ионов в исследуемых растворах определяли весовым методом по стандартной методике [2]. Пробы для анализа отбирали с помощью микрошприца из измерительной ячейки через дозатор, снабженный силиконовой мембраной, через 0,5; 1,5; 2,5 и 3,5 ч с момента приготовления раствора. Средняя погрешность параллельных определений сульфат-ионов в образцах не превышала 1,43 %. Исследование проводили при температурах 298, 313, 328, 343 и 358 К. Температуру фиксировали с точностью 0,1 °С.

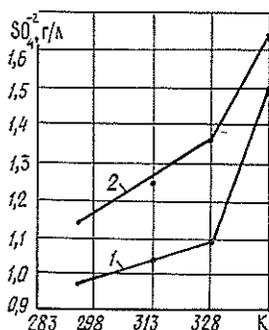


Рис. 1. Зависимость содержания ионов SO_4^{2-} от температуры для растворов пиросульфита (1) и сульфита натрия (2)

Экспериментально определяемое количество сульфат-ионов в исследуемых растворах возрастает с ростом температуры (рис. 1) и во времени и достигает некоторого постоянства к 2,5 ч с момента приготовления раствора для всего исследованного температурного интервала. Аналогичный характер имеют функциональные зависимости $\text{pH} = f(\tau)$ и $E = f(\tau)$. Установленный факт может свидетельствовать о двухстадийности процесса автоокисления, причем его активная стадия завершается в течение 2,5 ч с момента приготовления раствора. Для характеристики состояния исследуемых систем после завершения активной стадии процесса автоокисления нами, учитывая линейную зависимость величины ЭДС от температуры, были рассчитаны изменения энтальпии по уравнению Гиббса — Гельмгольца:

$$\Delta H = -ZF \left[E - T \frac{dE}{dT} \right]$$

и изменения энергии Гиббса

$$\Delta G = -ZFE [6],$$

где ΔH — изменение энтальпии, кДж/моль;

T — температура, К;

Z — число зарядов, участвующих в электрохимической реакции; $Z = 2$ (если принять во внимание, что в исследуемых процессах окисления изменяется зарядность атомов серы от +4 до +6);

F — число Фарадея;

E — ЭДС гальванической пары;

ΔG — изменение энергии Гиббса.

Результаты, приведенные в табл. 1, говорят о том, что с повышением температуры за один и тот же отрезок времени глубина протекания автоокисления заметно возрастает, что проявляется в увеличении значений ΔG и ΔH , а следовательно, свидетельствует о снижении стабильности растворов к дальнейшему окислению. Для кинетической характеристики активной стадии процесса автоокисления исследуемых растворов была рассчитана константа скорости образования сульфат-ионов как конечного продукта окисления компонентов. Константу рас-

Таблица 1
Термодинамические характеристики состояния исследуемых систем
в процессе реакции автоокисления

Вещество	$\frac{\Delta E \cdot 10^3}{\Delta T}$, В/К	ΔH , кДж/моль, при температуре, К				ΔG , кДж/моль, при температуре, К				
		298	313	328	358	298	313	328	358	
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	-3,16	-384	-395	-401	-427	-20,8	-12,9	-1,35	6,7	9,6
Na_2SO_3	-2,31	-252	-258	-265	-270	13,7	21,2	27,0	35,7	54,0

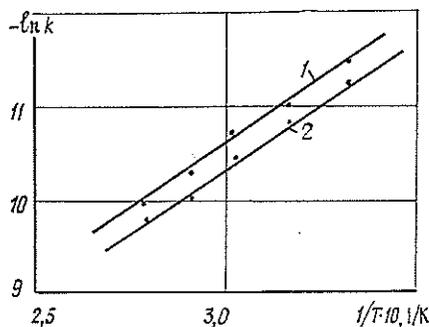
Таблица 2

Кинетические характеристики образования сульфат-иона

Вещество	$-\ln K^*$ при температуре, К			Аналитический вид функции $-\ln K = f(1/T)$	S_f	Энергия активации, кДж/моль	S_x	δ , %		
	298	313	328						358	
Na_2SO_3	11,2	10,6	10,4	10,0	9,86	$-\ln K = 3,21 + 2,35 \frac{1}{T}$	0,111	19,55	0,801	3,32
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	11,4	10,9	10,8	10,2	9,95	$-\ln K = 2,64 + 2,63 \frac{1}{T}$	0,086	21,85	0,617	1,98

* Значение константы рассчитывали по уравнению реакции первого порядка $K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C_0 - C_t}$ [6], где C_0 — концентрация сульфат-иона в пробе, отобранной через 0,5 ч с момента приготовления раствора (проба 1); C_t — текущее значение концентрации сульфата в последующих анализируемых пробах.

Рис. 2. Зависимость константы скорости образования сульфат-ионов в координатах Аррениуса для растворов пиросульфита (1) и сульфита (2) натрия



считывали, используя результаты химического анализа и уравнение кинетики первого порядка. Исходя из температурной зависимости констант скорости накопления сульфат-ионов (рис. 2), по уравнению Арре-

ниуса были рассчитаны энергии активации, которые составляют 19,55 и 21,85 Кдж/моль для растворов сульфита и пиросульфита соответственно (табл. 2). Рассчитав стандартное отклонение S_f для аппроксимирующего уравнения температурной зависимости $\ln K$, согласно данным работ [1, 8], оценивали относительную погрешность полученных значений энергии активации и стандартные значения средних квадратичных отклонений S_x . Незначительные различия значений энергии активации (табл. 2) и термодинамических характеристик состояния раствора по завершению активной стадии процесса автоокисления (табл. 1) позволяют предположить, что процесс автоокисления в водных растворах сульфита и пиросульфита натрия реализуется через ряд промежуточных стадий, предусматривающих образование одних и тех же интермедиатов. Последнее находится в соответствии с предлагаемой схемой реакций (13) и (14).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке.— М.: Мир, 1980.— Т. 1.— 458 с. [2]. Долгалева Л. А. Методы контроля сульфит-целлюлозного производства.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 37 с. [3]. Каралетьянец М. X. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ.— М.: Химия, 1968.— 235 с. [4]. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К. П. Мищенко и А. А. Равделя.— М.: Химия, 1974.— 39 с. [5]. Латимер В. М. Окислительное состояние элементов и их потенциалы в водных растворах / Пер. с англ.; Под ред. К. В. Астахова.— М., 1954.— 396 с. [6]. Мейтис Л. Введение в курс химического равновесия и кинетики.— М.: Мир, 1984.— 37 с. [7]. Рабинович В. А., Хавин З. Я. Краткий химический справочник.— Л.: Химия, 1978.— С. 234. [8]. Сообщение комиссии по термодинамике ИЮПАК. Описание представлений погрешностей численных результатов термодинамических измерений // ЖФХ.— 1983.— Т. 57, вып. 9.— С. 2368—2379. [9]. Foerster F., Harning A. // Z. Anorg. Allg. Chem.— 1922.— Bd. 112.— S. 119. [10]. Foerster F., Harning A. // Z. Anorg. Allg. Chem.— 1922.— Bd. 125.— S. 138. [11]. Garrett C. // J. Chem. Soc.— 1915.— Vol. 107.— P. 1324. [12]. Gmelin L. Schwefel, Handbook der Anorganischen Chemie. 9 th. Ed. publ.— 1970. Verlag Chemie, Weinheim. [13]. Meyer B. Sulfur, Energy and Environment Els.— Amsterdam, 1977.— 419 p. [14]. Shalfer K. // Z. Anorg. Chem.— 1918.— Bd. 104.— S. 212. [15]. Wright R. // J. Chem. Soc.— 1915.— Vol 105.— P. 669. [16]. Z. Anorg. Allg. Chem / F. Foerster, F. Lange, O. Drosslach, W. Seidel.— 1923.— Bd. 128.— S. 245.

Поступила 6 июля 1987 г.

УДК 676.017.9

ПРОКЛЕЙКА БУМАГИ ПАРАФИНОВЫМИ ДИСПЕРСИЯМИ В НЕЙТРАЛЬНО-ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

П. Ф. ВАЛЕНДО

Белорусский технологический институт

В данное время наблюдается тенденция к переходу на технологические процессы производства бумаги в нейтрально-щелочной среде [4]. В Белорусском технологическом институте разработаны способы нейтрально-щелочной проклейки бумаги в массе катионными гидрофобизирующими дисперсиями [1, 2].

В настоящей статье приведены данные экспериментальных исследований по проклейке целлюлозной массы (степень помола 36 ± 2 °ШР) катионной парафиновой дисперсией, стабилизированной полиэтилен-имином (мол. м. 60 000 у. е.) при массовом содержании 10 % от абс. сухого парафина.

Исследование степени удержания катионной дисперсии нефелометрическим методом показало, что перемешивание дисперсии с целлю-

лозной массой в течение 360 с достаточно для максимального удержания частиц дисперсии белой целлюлозной массой марки А-1 (табл. 1).

Таблица 1

Продолжительность перемешивания, с	90	120	180	240	300	360	480	1 200
Степень удержания, %	85	88	94	95	98	100	100	100

Примечание. Массовое содержание дисперсии — 2 % от абс. сухого волокна.

Следовательно, катионные парафиновые дисперсии способны, вследствие положительного заряда частиц, к прямой гетероадагуляции на целлюлозных волокнах без добавок коагулянта — сернокислого алюминия; при этом рН массы находился в пределах 7...8.

В табл. 2 приведены данные о влиянии природы волокнистых полуфабрикатов на впитываемость опытной бумаги, из которых следует, что катионной парафиновой дисперсией можно проклеивать целлюлозную массу из волокнистых полуфабрикатов различной природы. При массовом содержании дисперсии 1 % от абс. сухого волокна впитываемость при одностороннем смачивании резко снижается до 32...45 г/м², а при дальнейшем увеличении расхода дисперсии ее влияние на проклейку опытной бумаги ослабевает.

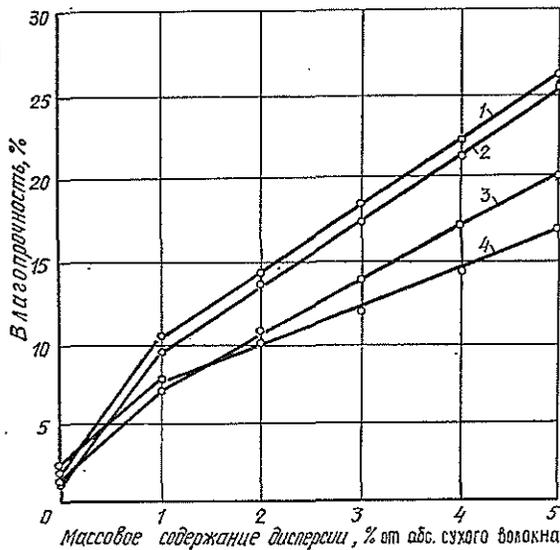
Таблица 2

Массовое содержание дисперсии, % от абс. сухого волокна	Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м ² (масса бумаги — 80 г/м ²)			
	Сульфатная небеленая целлюлоза НС-2	Сульфитная небеленая целлюлоза Ж-1	Сульфитная беленая целлюлоза А-1	Сульфатная беленая лиственная целлюлоза ВС-0
0	170	145,9	174,9	151,9
1	32,3	37,5	39,9	44,9
2	23,2	25,0	21,8	26,5
3	21,8	21,2	18,2	21,7
4	21,5	20,4	17,6	20,5
5	19,6	19,4	17,4	20,6

Таблица 3

Массовое содержание дисперсии, % от абс. сухого волокна	Разрывное усилие, Н			
	Сульфатная небеленая целлюлоза (хвойная) НС-2	Сульфитная небеленая целлюлоза (хвойная) Ж-1	Сульфитная беленая целлюлоза (хвойная) А-1	Сульфатная беленая целлюлоза (лиственная) ВС-0
1	85,3	51,6	48,4	70,5
2	85,8	50,3	47,3	76,2
3	80,4	55,2	52,9	76,9
4	80,9	54,7	47,7	74,4
5	86,3	55,2	50,0	79,6

На рисунке приведены зависимости, отражающие влияние расхода дисперсии на влагопрочность опытных образцов бумаги (массой



Зависимость влагопрочности опытной бумаги от расхода катионной парафиновой дисперсии: 1 — сульфитная небеленая целлюлоза; 2 — сульфитная беленая целлюлоза; 3 — сульфатная беленая листовенная целлюлоза; 4 — сульфатная небеленая целлюлоза

80 г/м²), полученных из различных волокнистых полуфабрикатов. Влагопрочность определяли после термообработки образцов в сушильном шкафу (120 °С, 15 мин). Показатель влагопрочности бумаги при этом возрастает для всех изученных полуфабрикатов. Увеличение прочности образцов бумаги во влажном состоянии обусловлено присутствием полиэтиленimina (ПЭИ) в катионной дисперсии. ПЭИ определяет электростатическое взаимодействие парафиновых частиц с целлюлозными волокнами и сохраняет при этом свойства индивидуального компонента увеличивать показатели прочности бумаги в сухом и влажном состоянии [3].

В табл. 3 отражено влияние природы волокнистых полуфабрикатов и расхода катионной парафиновой дисперсии на сопротивление разрыву опытной бумаги.

Из данных табл. 3 следует, что при увеличении расхода дисперсии, содержащей полимерный стабилизатор ПЭИ, показатели прочности су-

Таблица 4

Влияние pH дисперсии на физико-механические свойства опытной бумаги

pH дисперсии	Разрывное усилие, Н	Впитываемость, г/м ²	Влагопрочность, %	Удлинение до разрыва, мм
3	44,8	26,0	15,7	1,50
4	44,5	22,9	16,9	1,25
5	45,4	20,3	17,8	1,65
6	47,9	21,4	17,9	1,70
7	46,6	20,6	18,0	1,70
8	50,3	20,1	18,4	1,80
9	51,3	20,2	18,4	1,80

Примечание. Массовое содержание дисперсии — 2 % от абс. сухого волокна, проклейка по штриховому методу во всех случаях — 2 мм.

щественно не изменяются. Анализ показателей качества опытной бумаги, изготовленной из сульфитной беленой целлюлозы (табл. 4), свидетельствует о том, что катионные парафиновые дисперсии, стабилизированные полимерными стабилизаторами, способны к гетероадагуляции в широком диапазоне рН дисперсии, но механическая прочность опытных образцов бумаги возрастает в нейтрально-щелочной области при рН 7...9.

Следовательно, добавки в бумажную массу катионной дисперсии на основе парафина и высокомолекулярного стабилизатора-ПЭИ позволяют осуществить проклейку бумаги в массе в нейтрально-щелочной среде и при этом получить бумагу с улучшенными показателями качества во влажном состоянии.

Показано, что для достижения оптимальных показателей качества бумаги значения рН дисперсии достаточно поддерживать в нейтрально-щелочной области.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 796298 СССР, МКИ³ Д 21 Н 3/00. Состав для изготовления водостойкого картона / П. Ф. Валендо, Н. Г. Цмыг, Б. П. Этин и др. (СССР).— № 2697039 / 29—12; Заявлено 18.12.78; Опубл. 15.01.81, Бюл. № 2 // Открытия. Изобретения.— 1981.— № 2.— С. 122. [2]. А. с. 887670 СССР, МКИ³ Д 21 Н 3/00. Способ получения бумажной массы / П. Ф. Валендо, Н. Г. Цмыг, А. В. Осипов (СССР).— № 2909319 / 29—12; Заявлено 14.04.80; Опубл. 07.12.81, Бюл. № 45 // Открытия. Изобретения.— 1981.— № 45.— С. 153. [3]. Никольский Н. Г., Бурба П. К. Влияние полиэтиленмина на улучшение показателей качества типографской бумаги. // Бум. пром-сть.— 1974.— № 4.— С. 5—8. [4]. Пономарев О. И., Шапиро В. О., Ляпина Ф. Д. Развитие целлюлозно-бумажного производства за рубежом: Обзор. информ.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984.— С. 40—41.

Поступила 7 августа 1987 г.

УДК 676.16.0.22

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРУКСУСНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДАХ БУМАГИ

*Л. Ф. ПОЖИДАЕВА, М. А. ЗИЛЬБЕРГЛЕЙТ, Н. В. ЛАЗУРЕНКО,
В. К. ШУМЕЙКО, Л. А. БОРОВСКАЯ*

Белорусский технологический институт, УкрНПОбумпром

Экологические проблемы поставили перед целлюлозно-бумажной промышленностью необходимость создания способов получения целлюлозы, отвечающих требованиям охраны окружающей среды. В ряду новых видов целлюлоз несомненный интерес представляют волокнистые материалы, полученные окислительными способами. В настоящее время изучают потребительские свойства этих целлюлоз.

Цель данной работы — исследовать возможность использования при изготовлении электроизоляционных бумаг перуксусной целлюлозы, полученной при делигнификации хвойной древесины варочными реагентами на основе уксусной кислоты, пергидроля и каталитических количеств серной кислоты [1].

Для получения целлюлозы в качестве сырья использовали древесину ели, имеющую следующий состав (%): лигнин Класона — 27,9; целлюлоза по Кюршнеру — 42,8; пентозаны по Толленсу — 11,4; вещества, экстрагируемые спирто-бензольной смесью — 2,0; зола — 0,25.

В 5-литровую колбу загружали 300 г воздушно-сухой еловой щепы (размером 30 × 25 × 2 — 3 мм). Туда же помещали 1 500 мл смеси уксусной кислоты и пергидроля в объемном отношении 1:1, а также серную кислоту, объемная доля которой составляет 0,1 % от общего объема варочной жидкости. После загрузки колбу соединяли

с обратным холодильником. Температуру в колбе поднимали до 80 °С в течение 40 мин, затем в течение 1 ч осуществляли стоянку, после чего температуру повышали до 95 °С и реакционную смесь выдерживали в течение 1 ч, потом колбу с целлюлозой охлаждали. Общая продолжительность варки — 3 ч. 15 мин.

После охлаждения колбы до комнатной температуры целлюлозу выгружали на фильтр Бюхнера и промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции. Перуксусную целлюлозу сушили при комнатной температуре. Выход целлюлозы составил 60,0 %.

Перуксусная целлюлоза имела следующий состав: лигнин Класона — 0 %; степень делигнификации — 5,7 перманган. ед-ц; α-целлюлоза — 77,2 %; пентозаны — 7,0 %; легкогидролизуемые углеводы — 7,7 %; карбоксильные группы — 0,1 %, степень полимеризации (в кадоксене) — 1080; зольность — 0,05 %.

В работе [2] высокая термостойкость целлюлозы приравнена к косвенной характеристике ее диэлектрических свойств. Температура разложения, при которой наблюдается максимальная скорость потери массы, для хлопковой целлюлозы составляет 600 К, для целлюлозы марки КОН-92 — 593 К, целлюлозы ПГ-92 — 590 К. Исследование термической устойчивости перуксусной целлюлозы на дериватографе при нагревании в атмосфере воздуха со скоростью 10 °/мин показало, что максимум скорости разложения наблюдается при температуре 600 К.

Для оценки пригодности перуксусной целлюлозы при использовании ее в композиции конденсаторной и электрической бумаги в лабораторных условиях были проведены испытания технологических свойств опытных образцов. В качестве образца сравнения выбрана сульфатная электроизоляционная целлюлоза марки КОН-92 (финская), практически пригодная для всех видов конденсаторной бумаги. Эта целлюлоза отличается высокой химической чистотой, но из-за низкого содержания пентозанов трудно размалывается до получения бумажной массы требуемого качества.

Таблица 1

Показатель качества	Численное значение показателя качества для образца целлюлозы	
	КОН-92	перуксусной
Степень помола, °ШР	13	11
Массовый показатель длины волокна, диг	126	165
Продолжительность размола до 60 °ШР, мин	60	35
Разрывная длина, м	8 900	10 300
Сопротивление излому, ч. дв. п.	3 400	2 400
Диэлектрические потери в сухом виде, выраженные тангенсом угла, при температуре, °С:		
20	0,0036	0,0036
60	0,0025	0,0028
90	0,0020	0,0024
120	0,0026	0,0035
Впитывающая способность по воде за 10 мин, мм	74	62
pH водной вытяжки	—	3,4
Удельная электрическая проводимость водной вытяжки, мксм/см	10,6	68,5

В табл. 1 приведены показатели качества перуксусной целлюлозы в сравнении с КОН-92, в табл. 2 — характеристика бумажной массы и отливок конденсаторной бумаги. По сравнению с целлюлозой КОН-92 перуксусная имеет более высокую механическую прочность, продолжи-

Таблица 2

Показатель качества	Численное значение показателя для состава по волокну				
	КОН-92 — 100 %	Перуксусная — 100 %	КОН-92 — 95 %. Перуксусная — 5 %	КОН-92 — 90 %. Перуксусная — 10 %	КОН-92 — 80 %. Перуксусная — 20 %
Массовый показатель длины волокна, дмг	19	17	20	20	23
Продолжительность размола, мин	570	440	535	545	525
Разрывная длина, м	4 400	5 700	4 500	4 700	5 600
pH водной вытяжки	7,8	6,5	6,8	6,2	—
Удельная электрическая проводимость водной вытяжки, мкСм/см	36	46	45	54	57
Пробивное напряжение, В	570	540	590	560	540
Диэлектрические потери, выраженные тангенсом угла, в сухом виде при температуре, °С:					
20	0,0016	—	0,0015	0,0016	0,0015
60	0,0014	—	0,0014	0,0014	0,0014
90	0,0014	—	0,0014	0,0013	0,0014
120	0,0029	—	0,0028	0,0026	0,0029

Примечание. Во всех случаях степень помола — 97 °ШР.

тельность ее размола в ЦРА до 60 °ШР почти в два раза меньше. В связи с тем, что процесс делигнификации древесины надуксусной кислотой проводится без катионов металлов, получаемая целлюлоза находится в Н-форме и характеризуется низкой зольностью, низкими значениями pH и высокой удельной электрической проводимостью водной вытяжки. Диэлектрические потери, выраженные тангенсом угла, при 120 °С также выше для перуксусной целлюлозы, чем для КОН-92. По этим показателям перуксусная целлюлоза не отвечает требованиям, предъявляемым к целлюлозе для высококачественной конденсаторной бумаги.

Исследование воздействия добавок перуксусной целлюлозы в количестве от 5 до 20 % на ускорение процесса размола сульфатной целлюлозы до 97 °ШР показало, что этот процесс ускоряется на 7...8 % при сохранении качества разработки волокна. В этих количествах добавка перуксусной целлюлозы не оказывает отрицательного влияния на диэлектрические потери отливок конденсаторной бумаги, выраженные тангенсом угла (табл. 2).

Высокая химическая чистота перуксусной целлюлозы в отношении хлорид- и сульфат-ионов ($\sim 5 \cdot 10^{-4}$ % для перуксусной целлюлозы и $10 \cdot 10^{-4}$ % Cl^- , $14 \cdot 10^{-4}$ % SO_4 — по ГОСТ 12785—77), а также низкая зольность (0,05 % для перуксусной целлюлозы и не более 0,25 % по ГОСТ 12785—77) создают предпосылки использования ее для электролитической бумаги, причем только для тех ее видов, к которым не предъявляют высокие требования по впитывающей способности (типа КЭ-10, КЭ-13), так как из-за более высокого содержания гемицеллюлоз впитывающая способность перуксусной целлюлозы ниже, чем КОН-92.

Таким образом, перуксусная целлюлоза по своей химической чистоте, бумагообразующим свойствам, ускоряющему воздействию на процесс размола сульфатной целлюлозы может представлять интерес для производства конденсаторной и электролитической бумаги. Ее диэлектрические свойства можно улучшить путем дополнительной химической обработки в направлении ионного обмена.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 761647 СССР. Способ получения целлюлозного полуфабриката / В. М. Резников, М. А. Зильберглейт (СССР).— Бюл. № 33 // Открытия. Изобретения.— 1980.— № 33.— С. 20. [2]. Тетенькина Т. М., Макушин Е. М. Свойства сульфатной целлюлозы для конденсаторной бумаги // Целлюлоза, бумага, картон: Экспресс-информ.— 1982.— № 23.— С. 11—18.

Поступила 17 августа 1987 г.

УДК 676.1.06

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЧНОСТИ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ПОМОЩЬЮ ИХ СТРУКТУРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

В. Н. НЕПЕИН, И. А. ПЛОТНИКОВ, В. С. СИМОНОВ, Р. Ф. ВАЛЕЕВ

Пермский филиал ВНИИБ ВПОбумпром

Современные методы оценки пригодности волокнистых полуфабрикатов в производстве бумаги и картона заключаются в определении показателей механической прочности (сопротивление разрыву, продавливанию, раздиранию, излому) пробных отливок, изготовленных из этих полуфабрикатов.

Затраты времени на определение прочностных свойств при полном соблюдении требований соответствующих стандартов составляют от 2 до 6 ч [1, 2, 4]. Полученная при этом информация не может быть использована для оперативного вмешательства в процесс производства полуфабриката. Знание прочностных свойств чистых волокнистых полуфабрикатов еще не позволяет оценить показатели механической прочности бумаги и картона, в состав которых входят эти полуфабрикаты.

Нами [6] и другими авторами [7—9] предложено использовать для оценки бумагообразующих свойств волокнистых полуфабрикатов структурно-физические параметры, которые являются достаточно надежными и чувствительными характеристиками.

Практическая реализация данного подхода становится возможной в связи с разработкой специального прибора для оценки структурно-физических параметров (ОСФП) и методов, позволяющих быстро и достаточно точно получать соответствующие данные [5]. Прибор ОСФП выдает стандартные электрические сигналы и может использоваться в составе информационно-вычислительных комплексов, обеспечивающих измерение и расчет структурно-физических параметров в течение 5 мин.

Для того чтобы практически показать принципиальную возможность использования структурно-физических параметров вместо стандартных показателей механической прочности, необходимо экспериментально установить наличие корреляционной связи между этими величинами для широкого круга волокнистых полуфабрикатов. Эту цель преследовала настоящая работа.

Ранее нами [6] были опубликованы зависимости, связывающие сопротивление разрыву, продавливанию, раздиранию и излому волокнистых полуфабрикатов с их структурно-физическими параметрами.

Так, например, для разрывной длины T , м, и сопротивления продавливанию Q , Н/м², эти зависимости имеют соответственно следующий вид:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{Z} + \frac{26,16 \cdot 10^4 F_{\text{в}}}{BPL(RBA)} \quad (1)$$

и

$$Q = k_1 \frac{B^2 \Pi^2 L^2 Z^2 (RBA)^2 [B \Pi L (RBA) + 26,16 \cdot 10^4 Z F_B]}{[(1 + k_2^2) B^2 \Pi^2 L^2 (RBA)^2 + 52,39 \cdot 10^4 k_2^2 \times \times B \Pi L F_B (RBA) + 684,35 \cdot 10^8 Z^2 F_B]^{1,5}}, \quad (2)$$

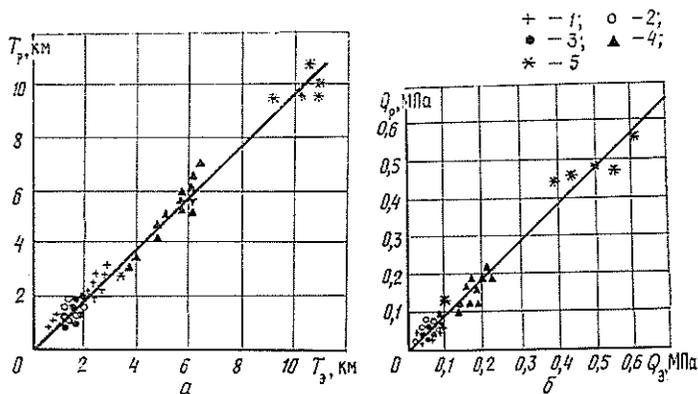
где Z — нулевая разрывная длина, м;
 F_B, Π, L — соответственно средняя площадь поперечного сечения, м², периметр, м и длина волокна, м;
 B — удельная прочность межволоконных связей на сдвиг, Н/м²;
 (RBA) — относительная связанная поверхность;
 k_1 — масштабный коэффициент;
 k_2 — коэффициент, зависящий от вида полуфабриката.

Коэффициент k_2 изменяется от 0,23 до 2,36.

Зависимости (1) и (2) экспериментально проверяли на лабораторных отливках, приготовленных из следующих волокнистых полуфабрикатов: дефибрерная древесная масса (ДДМ) Пермского ЦБК и ее четыре фракции, включая «мелочь», выделенные на аппарате ФДМ; рафинерная древесная масса (РДМ) Сыктывкарского ЛПК; химическая древесная масса (ХДМ) Сясьского ЦБК; сульфитная беленая целлюлоза (СФИБ) Камского ЦБК различной степени помола в диапазоне 14...80 °ШР; сульфатная небеленая целлюлоза (СФАН) Братского ЛПК различной степени помола в диапазоне 14...90 °ШР.

Всего было изготовлено более 40 образцов, для каждого из которых на основании 10 параллельных измерений были определены средние значения разрывной длины, сопротивления продавливанию, а также структурно-физические параметры, входящие в зависимости (1) и (2). Значения $Z, B, (RBA)$ измеряли на приборе ОСФП. Среднюю длину волокна определяли путем усреднения результата измерения тысячи единичных случайных волокон при 15-кратном увеличении на аппарате «Микрофот». Отношение F_B/Π принято постоянным и равным $3,2 \pm 0,2 \cdot 10^{-6}$ м, согласно известным в литературе [3] и полученным нами экспериментальным данным.

С использованием измеренных структурно-физических параметров и уравнений (1), (2) были получены расчетные значения разрывной длины T_p и сопротивления продавливанию Q_p . Графическая интерпретация взаимосвязи между расчетными и экспериментальными значениями прочности представлена на рис. а, б.



Соотношение между экспериментально измеренными и расчетными значениями механических свойств волокнистых полуфабрикатов: а — для разрывной длины; б — для сопротивления продавливанию; 1 — дефибрерная древесная масса; 2 — рафинерная древесная масса; 3 — химическая древесная масса; 4 — сульфитная беленая целлюлоза; 5 — сульфатная небеленая целлюлоза

Коэффициенты корреляции зависимости $T_a - T_p$ и $Q_a - Q_p$ находились соответственно в пределах 0,94—0,98 и 0,85—0,99 в зависимости от вида полуфабриката. Относительная погрешность расчета показателей механической прочности по структурно-физическим параметрам для отдельных видов полуфабрикатов колебалась от 10,3 до 21,4 % по сопротивлению продавливанию и от 5,6 до 15,9 % по разрывной длине. По всему массиву экспериментальных данных относительная погрешность расчета не превышала 15 %, что достаточно для практического применения.

Наиболее трудноопределимый параметр в промышленных условиях — средняя длина волокна. Однако в рамках одного производства конкретного полуфабриката длина волокна меняется незначительно. Ее достаточно определить один раз и в дальнейшем считать постоянной.

Проведенные экспериментальные исследования подтверждают целесообразность использования структурно-физических параметров волокнистых полуфабрикатов для оценки их бумагообразующих свойств вместо стандартных показателей разрывной длины и сопротивления продавливанию. При этом затраты времени на подготовку, испытание и обработку результатов измерения сокращаются в несколько раз. Зависимости (1), (2) обладают диагностирующим характером, позволяя установить внутренние причины изменения прочности того или иного полуфабриката.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 14363.4—79 (СТ СЭВ 444—77). Целлюлоза. Подготовка проб к физико-механическим испытаниям.— Взамен ГОСТ 14363.4—70; Введ. 01.01.80 до 01.01.90.— М.: Изд-во стандартов, 1979.— 5 с. [2]. ГОСТ 16296—79. Масса древесная. Метод подготовки проб к физико-механическим испытаниям.— Взамен ГОСТ 16296—70; Введ. 01.01.81 до 01.01.91.— М.: Изд-во стандартов, 1979.— 4 с. [3]. Непеин В. Н. Оценка прочности свойств бумаги с учетом ее структурно-физических характеристик: Дис... канд. техн. наук: 05.21.02.— Защищена 05.06.75; Утв. 14.01.76.— Л., 1975.— 190 с. [4]. Овдейчук В. П. Лабораторный практикум по технологическому контролю целлюлозно-бумажного производства.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— С. 36—41. [5]. Симонов В. С. Разработка метода определения основных структурно-физических параметров бумаги на основе исследования ее механического поведения при одноосном растяжении: Дис... канд. техн. наук: 05.21.03.— Защищена 30.10.84; Утв. 10.04.85.— Л., 1984.— 189 с. [6]. Теоретические предпосылки прогнозирования бумагообразующих свойств волокнистых полуфабрикатов / В. Н. Непеин, В. С. Симонов, В. П. Бутырин, И. А. Плотников // Исследования в области технологии бумаги и картона: Сб. тр. ВНИИБ.— Л., 1982. [7]. Forgacs O. L. The characterization of mesapical pulps // Pulp and paper magazine of Canada.— 1963.— Vol. 64, N 3. Т.— P. 89—118. [8]. Page D. H. A theory for the tensile strength of paper // Tappi.— 1969.— Vol. 52, N 4.— P. 674—681. [9]. Vanden Akker D. A. Structure and tensile characteristics of paper // Tappi.— Vol. 53, N 3.— P. 388—399.

Поступила 11 февраля 1987 г

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.588 : 630*3.003

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ОТКАЗОВ
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Т. С. ЛОБОВИҚОВ, А. В. ЧАЖЕНГИН

Ленинградская лесотехническая академия

Задачи кардинального повышения эффективности производства настоятельно требуют повышения устойчивости производственных процессов. В условиях высокой механизации производства причинами нарушений его процессов весьма часто являются отказы в работе машин.

Понятие отказа в работе машин (техники) в литературе принято определять как «событие, после появления которого выходные характеристики аппаратуры выходят за допустимые пределы» [2], как «событие, заключающееся в том, что объект либо полностью, либо частично теряет свойство работоспособности» [1]. Отнюдь не оспаривая этих определений, мы хотели бы подчеркнуть, с экономической точки зрения, протяженность этого явления (события) во времени, отметить, что «выходные характеристики аппаратуры», так же как и «работоспособность объекта», нарушаются не после отказа, а в течение всего времени до его преодоления. Без должного учета этого времени нельзя оценить отказ как явление экономическое.

В решении задач повышения устойчивости процессов необходимо выделять две стороны проблемы: а) возможное предотвращение отказов эксплуатируемой техники; б) ограничение последствий возникающих отказов. Эти две субпроблемы тесно взаимосвязаны. Если предотвращение отказов на каком-то достаточно низком уровне вероятности их возникновения требует очень значительных затрат (на улучшение конструкции и т. п.), а возможные последствия относительно невелики, может оказаться более правильным примириться с этими последствиями, не стремясь к дальнейшему повышению надежности, и наоборот.

Работа по предотвращению отказов настоятельно требует четкого представления о причинах их возникновения, и здесь нельзя ограничивать поле зрения только конструкцией, техническими параметрами, качеством изготовления машин, аппаратуры и т. п. Причины отказов могут быть в нарушениях технологий, в которых используется техника, неподготовленности рабочих мест, невысокой квалификации и дисциплине механизаторов и др. К сожалению, эти причины явно недооцениваются или преднамеренно опускаются в постановке статистики отказов и их анализе.

Работа по ограничению последствий возникающих отказов требует полного учета всех их видов. Здесь совершенно недостаточна практика учета только необходимости (и стоимости) ремонта отказавшей техники, простоев этой техники и эксплуатирующих ее рабочих. Отказ одного вида техники наносит удар по всей многочисленной системе машин, нарушая ее работу, снижает производительность труда большого коллектива, срывает производство продукта и в особо тяжелых случаях вызывает невыполнение планов поставки продукции потребителям, финансовые затруднения предприятия.

В условиях перестройки особое значение приобретает ограничение последствий отказов мерами защиты производственного процесса от нарушений. Это резервные агрегаты, межоперационные запасы предметов труда, маневр разделением и расстановкой средств труда и т. д.

Для обеспечения системного подхода к решению характеризуемых задач необходима продуманная классификация не только причин возникновения отказов по причинам, но и последствий отказов и отказов по последствиям. В настоящий момент мы можем предложить следующие начальные построения. В последствия отказов с экономической точки зрения целесообразно включать:

I. Потери в процессе производства:

а) от нарушения технологического процесса на данной фазе производства;

б) от нарушений процесса производства в смежных фазах;

в) от нарушения плана выпуска и реализации продукции.

Потери I следует учитывать в следующем разрезе:

1) заработная плата всех видов (операторам машин за простой, работникам смежных профессий и фаз производства);

2) расход материальных ресурсов (в случае использования запасов предметов труда и т. д.);

3) снижение рентабельности производства (в связи с увеличением себестоимости продукции);

4) качественные показатели (снижение качества продукции в связи с частичными отказами);

5) использование производственных фондов.

II. Потери в связи с устранением отказов:

1) заработная плата всех видов ремонтных рабочих;

2) расход запасных частей и вспомогательных материалов;

3) амортизация ремонтного оборудования;

4) ввод и эксплуатация резервного оборудования.

Помимо технических и экономических последствий, необходимо учитывать и социальные. К ним мы относим: увеличение текучести кадров; необходимость повышения квалификации операторов машин.

Для лесозаготовительной техники специфичны экологические последствия отказов: потери в качестве разработки лесосек; неизбежное загрязнение мест ремонтов техники сливами ГСМ, отходами ремонтов; усиление неправомερных воздействий на природу (увеличение выхлопа, уничтожение плодородного слоя и т. п.).

Причинно-следственная классификация отказов эксплуатируемой техники позволяет выявить возможные меры предотвращения отказов и уменьшения их последствий. Среди существующих мер обычно рассматривают: техническое обслуживание всех видов и планово-предупредительные ремонты техники, изменение конструкции, улучшение хранения машин, механизмов. По нашему мнению, в данный перечень необходимо также включать меры, качественно отличающиеся от перечисленных: создание межоперационных запасов предмета труда; содержание техники в резерве.

В самом деле, создание межоперационных запасов предметов труда преследует цель предотвращения потерь в производственном процессе в случае простоя техники. А по нашему понятию сущности отказа, простоя, практически любой,—его следствие. В настоящее время межоперационные запасы средств труда устанавливаются не расчетными методами, поэтому их размеры зачастую не отвечают потребностям той или иной фазы производства в случае возникновения отказа на предыдущей. Важно найти расчетный метод определения межоперационных запасов хотя бы на одной фазе производства.

Нормативы содержания техники в резерве также достаточно спорны. А резервная техника — это неработающие, следовательно, непроизводительные основные фонды. В связи с этим требует детальной разработки расчетный метод нахождения техники в резерве.

Выше мы указывали на тесную и взаимоопределяющую связь экономически оправданных мер предотвращения отказов и мер ограничения их последствий. Сущность этих связей и характер механизма их действия, а вместе с тем и принципиальный путь решения задач по оптимизации этих связей помогают уяснить следующие рассуждения и построения.

Предположим, что мы не намерены предпринимать какие-либо меры предотвращения возможных отказов и нести какие бы то ни было затраты, с этим связанные; тогда отказы техники будут весьма часты (максимальны). Наоборот, если мы вознамеримся свести вероятность отказов к минимуму, это потребует крупных затрат на усовершенствование машин, повышение их качества, на всестороннее и дорогое обеспечение близких к идеалу условий их работы. Графически эти положения представлены на рис. 1.

Предположим далее, что минимальная вероятность и частота отказов обеспечены; тогда возможные потери от последствий отказов также сведутся к минимуму. Наоборот, если не предотвращать отказы, они будут очень часты и потери от них будут максимальны. Графически это показано на рис. 2.

Рисунки дают только общий характер зависимостей. Характер и конкретные параметры кривых подлежат исследованию и обоснованию.

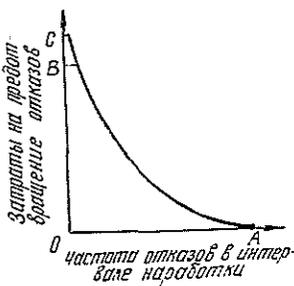


Рис. 1



Рис. 2

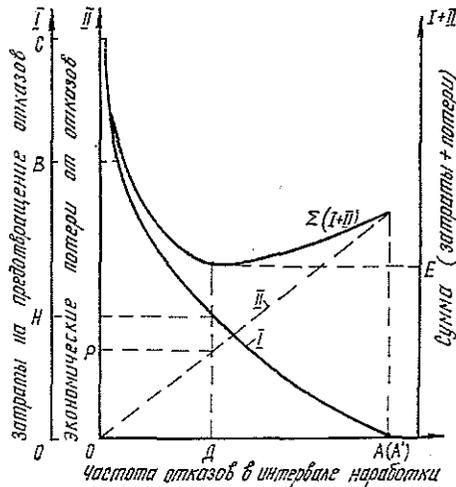


Рис. 3

В экономическом решении проблемы отказов техники функции, изображенные на рис. 1 и 2, подлежат суммированию, которое в общем виде выполнено на рис. 3.

На рис. 1 можно выделить точку A — максимально возможное количество отказов в интервале наработки, BC — участок стабилизации количества отказов при большом увеличении затрат на их предотвращение. На рис. 2 можно выделить точку A' , которая соответствует точке A на рис. 1, т. е. обозначает максимально возможное количество отказов в интервале наработки, а соответственно показывает наибольшие экономические потери от отказов. Минимальное значение суммирующей кривой $\Sigma (I + II)$ на рис. 3, по нашему мнению, позволяет установить оптимальный уровень затрат на предотвращение и профилактику отказов техники (точка H) при наименьших возможных потерях от отказов (точка P). Одновременно получим максимально допустимую (экономически обоснованную) частоту отказов техники в интервале наработки (точка D). За интервал наработки техники обычно принимают 100 (1 000) мото-ч или маш.-ч работы.

Итак, полученная кривая суммы ясно указывает минимум, определяющий экономически обоснованную частоту допустимых отказов, на которую надлежит ориентировать практические действия организаторов производства. Естественно, для этого необходимы расчеты в конкретной форме, исходя из конкретных условий производства, применительно к конкретной технике в определенных технологиях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Голынкевич Т. А. Прикладная теория надежности.— М.: Высш. школа, 1985.— 168 с. [2]. Половко А. М. Основы теории надежности.— М.: Наука, 1964.— 446 с.

Поступила 17 апреля 1987 г.

УДК 630*31 : 658.512

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е. С. РОМАНОВ

Архангельский лесотехнический институт

Принято считать [1—3], что оптимальные задачи текущего планирования заключаются в максимизации результатов при фиксированных ресурсах, а задачи перспективного планирования — в достижении фиксированных результатов при минимуме ресурсов. Такой подход обусловлен фактором времени: в короткий срок невозможно существенно увеличить ресурсы.

Мощность относится к ресурсам. Для ее увеличения часто требуется строительство зданий, сооружений, а значит, и время. Так, даже при ежегодном удлинении лесовозных дорог мощность по «дорожному фактору» обычно проявляется лишь к осени — концу строительного сезона. Еще серьезнее обстоит дело при строительстве сооружений нижних складов, жилья. Следовательно, приведение мощностей в оптимальное состояние — перспективная задача, где мощность выступает как ресурс объема производства. Точнее говоря, ресурсом является как сама мощность, так и капиталовложения на ее прирост. Объем производства (у нас — объем вывозки леса) выступает как фиксированный результат. Другими ресурсами при оптимизации могут быть трудовые (численность персонала или только рабочих), денежные (себестоимость

продукции), материальные (отпуск леса) и др. Один из ресурсов принимается как критерий оптимизации, другие — как ограничения.

Набор критериев не столь широк. Отпадают приведенные затраты: этот показатель не связан с реальными плановыми и отчетными показателями производства и не вызывает интереса у лиц и органов, принимающих решения. Максимум прибыли и минимум себестоимости, по существу, тождественны, когда речь идет о вывозке леса.

Критерий должно выбирать руководство объединения. В зависимости от экономической (и социальной) ситуации в качестве критерия принимают ресурс, наиболее дефицитный или особо важный для данного объединения в данный период. Так, ныне на Севере и в районах нового освоения (зона БАМа и т. п.) критерием может быть минимум численности рабочих, в других случаях минимум себестоимости и т. д. Со временем в том же месте может быть выдвинут другой критерий. При этом прежний критерий переходит в разряд ограничений.

Оптимизация мощностей может быть локальной (с позиций леспромхоза) и глобальной (в рамках объединения и шире). В локальной оптимизации критерии могут быть «свои», т. е. отличные от принимаемого по объединению, так как в разных предприятиях дефицитны разные ресурсы. Но в целом локальная оптимизация должна быть подчинена глобальной. Ведь даже в условиях расширения самостоятельности и самофинансирования предприятий вопрос, в каком из них и насколько целесообразно расширить мощность, будет решаться с общегосударственных позиций.

Результаты глобальной оптимизации выступают как ограничения в локальных («леспромхозовских») задачах, а решение последних может (и должно) улучшать глобальный результат.

О локальной оптимизации мы писали ранее [4, 5]. Здесь речь пойдет об оптимизации в рамках объединения. В дальнейшем мы постараемся показать, как увязываются оба подхода.

Для записи математической модели введем следующие обозначения:

M_{ij} — производственная мощность i -го леспромхоза по j -й фазе производства, тыс. м³ ($i = \overline{1, N}$; $j = \overline{1, L}$);

N — число оптимизируемых леспромхозов;

L — число фаз производства;

k_{ij} — удельная приростная капиталоемкость i -го леспромхоза по j -й фазе, р./м³;

B_i — исходный (базисный) годовой объем вывозки i -го леспромхоза, тыс. м³;

C'_i — себестоимость годового объема вывозки B_i , тыс. р.;

c'_i — базисная себестоимость 1 м³ i -го леспромхоза, р.;

X_i — искомый годовой объем вывозки i -го леспромхоза, тыс. м³;

H_i — ограничение годового объема X_i , тыс. м³;

C_i — себестоимость годового объема вывозки X_i , тыс. р.;

c_i — то же на 1 м³, р.;

$\Delta_i = (c'_i - c_i) X_i$ — годовая экономия в i -м леспромхозе, тыс. р.;

$K_i = \sum_{j=1}^L k_{ij}(X_i - M_{ij})$ — капиталовложения на устранение диспропорций и прирост мощности в i -м леспромхозе, тыс. р.;

X — плановый годовой объем вывозки по объединению, тыс. м³;

- K — лимит производственных капиталовложений по объединению на планируемый год, тыс. р.;
 C — оптимизируемая себестоимость годового объема вывозки по объединению, тыс. р.;
 \mathcal{E} — оптимизируемая годовая экономия по объединению, тыс. р.

Математическую модель можно выразить в следующем виде. Находим экстремум целевой функции

$$C = \sum_{i=1}^N C_i \Rightarrow \min \quad (1)$$

или

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^N (c'_i - c_i) X_i \Rightarrow \max \quad (2)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^N X_i = X; \quad B_i \leq X_i \leq H_i; \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^L k_{ij} (X_i - M_{ij}) \leq K; \quad (4)$$

$$X_i - M_{ij} \geq 0. \quad (5)$$

С учетом того, что

$$C_i = a_i + e_i X_i, \quad (6)$$

где a_i и e_i — коэффициенты регрессии, целевая функция (1) принимает вид:

$$C = \sum_{i=1}^N (a_i + e_i X_i) \Rightarrow \min. \quad (7)$$

Поскольку

$$c'_i = \frac{a_i}{B_i} + e_i \text{ и } c_i = \frac{a_i}{X_i} + e_i, \quad (8)$$

целевая функция (2) выразится:

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^N a_i \left(\frac{X_i}{B_i} - 1 \right) \Rightarrow \max. \quad (9)$$

Возможно также максимизировать коэффициент эффективности

$$E = \frac{\sum_{i=1}^N \mathcal{E}_i}{\sum_{i=1}^N K_i} \Rightarrow \max. \quad (10)$$

Особые условия:

а) Под M_{ij} понимают мощности, умноженные на плановый коэффициент использования мощности. Это делает M_{ij} непосредственно сопоставимыми с X_i . Получив оптимальное решение, нетрудно перейти обратно от X_i к M_{ij} .

б) Исходные годовые объемы B_i принимают равными M_{ij} , минимальным для данного (i -го) леспромхоза. Этим утверждается, что все M_{ij} определены как максимально возможные объемы, которые не могут быть увеличены без дополнительных капиталовложений.

Новизна модели выражена: соотношениями (4) и (6), где зависимости должны быть представлены по каждому леспромхозу, а в (4) еще и по фазам производства; особыми условиями а и б; постановкой задачи в целом, когда минимизация себестоимости связывается с улучшением состояния производственных мощностей.

Условия (1) и (2) и вся задача могут быть нацелены на минимум численности рабочих (или работающих), т. е. на максимум производительности труда. Можно сделать целевой функцией минимум капиталовложений (4), а плановую себестоимость — ограничением, т. е. поменять их роли.

В результате оптимизации лимит капиталовложений оказывается распределенным между леспромхозами (K_i). Как было отмечено выше, капиталовложения K_i служат ограничениями в локальной оптимизации по лесовозным дорогам.

Ниже приведен фрагмент решения и дана интерпретация результатов. Числа условные, округленные, но соответствуют реальным данным леспромхозов Севера (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Исходные данные о мощностях и капиталовложениях

Лес-промхоз i	Фаза производства j	Мощность M_{ij} , тыс. м ³	Капиталоемкость k_{ij} , р./м ³	Сумма капиталовложений K_{ij} , тыс. р.
1	1	200	2	2 ($X_1 - 200$)
	2	160	4	4 ($X_1 - 160$)
	3	170	3	3 ($X_1 - 170$)
2	1	300	3	3 ($X_2 - 300$)
	2	270	5	5 ($X_2 - 270$)
	3	320	4	4 ($X_2 - 320$)
3	1	400	3	3 ($X_3 - 400$)
	2	420	2	2 ($X_3 - 420$)
	3	390	2	2 ($X_3 - 390$)

Из табл. 1 и особого условия б следует, что исходный годовой объем вывозки по трем леспромхозам (будем далее говорить — по объединению) равен $160 + 270 + 390 = 820$ тыс. м³. Будем считать, что планом (государственным заказом) предусмотрено увеличить его на 100 тыс. м³, т. е. получить $X = 920$ тыс. м³. Примем лимит капиталовложений $K \leq 550$ тыс. р.

Таблица 2

Исходные данные о себестоимости вывозки

Лес-промхоз i	Себестоимость c_i , р./м ³	Эмпирические коэффициенты	
		a_i , тыс. р.	e_i , р./м ³
1	15	800	10
2	13	1 080	9
3	16	1 365	12,5

В табл. 3 приведены промежуточные результаты по каждому предприятию. С увеличением годовых объемов вывозки снижается себестоимость 1 м³, растет годовая экономия. Но увеличиваются и капиталовложения для смягчения неравенства мощностей и их прироста.

Таблица 3

Промежуточные результаты по леспромхозам

Лес- пром- хоз i	Годовой объем вывоз- ки, X_i , тыс. м ³	Сумма капита- ловло- жений, K_i , тыс. р.	Себестои- мость 1 м ³ c_i , р./м ³	Годовая эко- номия \mathcal{E}_i , тыс. р.	Прирост объема вывоз- ки, %
1	2	3	4	5	6
1	160	—	15,00	—	—
	170	40	14,71	50	6,2
	180	110	14,44	100	12,5
	190	180	14,21	150	18,8
2	270	—	13,00	—	—
	280	50	12,86	40	3,7
	290	100	12,72	80	7,4
	300	150	12,60	120	11,1
	310	230	12,48	160	14,8
3	390	—	16,00	—	—
	400	20	15,91	35	2,6
	410	70	15,83	70	5,1
	420	120	15,75	105	7,7
	430	190	15,67	140	10,3
	440	260	15,60	175	12,8

Таблица 4

Варианты решения оптимизационной задачи

Ва- ри- ант	Объем вывозки				Сум- ма капи- тало- вло- же- ний K	Годо- вая эко- номия \mathcal{E}	Кэффи- циент эффе- ктив- ности E	Срок оку- пае- мости T
	X_1	X_2	X_3	Ито- го				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	170	310	440	920	530	395	0,745	1,34
2	180	310	430	920	530	400	0,755	1,325
3	185	310	425	920	530	407,5	0,769	1,30
4	185	315	420	920	535	410	0,766	1,30
5	190	310	420	920	530	415	0,783	1,28
6	190	305	425	920	525	412,5	0,786	1,27
7	190	300	430	920	520	410	0,788	1,27
8	200	310	410	920	550	430	0,782	1,28
9	200	300	420	920	520	425	0,817	1,22
10	200	290	430	920	540	420	0,778	1,28

Уложиться в лимит капиталовложений $K = \sum K_i \leq 550$ можно при множестве сочетаний объемов вывозки по леспромхозам. Некоторые из них показаны в табл. 4. В дело вступают критерии и ограничения.

По критерию максимума годовой экономии лучшими являются варианты 8, 9, по критерию минимума капиталовложений — 7, 9, 6.

Синтетические критерии — коэффициент эффективности и срок окупаемости — указывают на варианты 9, 7, 6. Обращает на себя внимание то, что по всем показателям различия невелики. Поэтому очень важно правильно установить ограничения годовых объемов по леспромхозам H_i .

Допустим, что леспромхоз 3 имеет истощенную лесосырьевую базу и объем вывозки в нем возможен не более 430 тыс. м³. А в леспромхозах 1 и 2 по условиям отпуска леса, обеспеченности жильем и т. д. рост объемов ограничен соответственно 190 и 310 тыс. м³. Тогда отпа-

дают варианты 1, 4, 8—10, оставшиеся 2, 3, 5—7 удовлетворяют ограничениям.

ЭВМ дает однозначные решения: по критерию максимума годовой экономии — вариант 5, по минимуму капвложений — 7, по максимуму E — 7. Но органу, принимающему решение, надо представить не один (скажем, 7) и не два (7 и 5), а все пять вариантов 2, 3, 5—7. Это позволит полнее учесть дополнительные факторы по каждому леспромхозу: напряженность планов, вывозку по франко, возможности освоения капвложений и т. д., — формальная оптимизация завершается системным анализом.

Капиталовложения из графы 6 табл. 4 распределяются между леспромхозами согласно условию (4). Так, если руководство объединения остановится на варианте 2, то леспромхозам выделяется соответственно 110, 230 и 190 тыс. р. (ср. табл. 4 с табл. 3, графа 3). В свою очередь, в каждом леспромхозе эти суммы надлежит использовать для подтягивания или наращивания мощностей, применяя локальную оптимизацию.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гарин А. Н. Модели текущего планирования производства (Методы оптимальных решений).— М.: Статистика, 1978.— 85 с. [2]. Герасимов Н. И. Планирование производственной программы машиностроительного предприятия.— М.: Экономика, 1972.— 151 с. [3]. Оптимальное планирование на ЭВМ в угольной промышленности (А. С. Астахов, Г. И. Гитин, Э. И. Гойзман и др.; Под ред. А. С. Астахова.— М.: Недра, 1971.— 304 с. [4]. Романов Е. С. Основные фонды и производственные мощности леспромхозов.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 64 с. [5]. Романов Е. С. Методика определения производственной мощности действующего лесозаготовительного предприятия // Тр. АЛТИ.— Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1968.— Т. 20.— С. 29—32.

Поступила 25 декабря 1987 г.

УДК 339.6 : 630*79

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В. М. КОЖИН, В. А. КОНДРАТЮК

ЦНИИМЭ

Обобщающим показателем ресурсосбережения является материалоемкость продукции, которая выражает расход материальных ресурсов на единицу полезного эффекта и характеризует структуру как материалопотребления, так и выпуска продукции. В стоимостном выражении материалоемкость продукции может изменяться не только в зависимости от действительного материалопотребления, но и за счет изменения цен на продукцию. Поэтому снижение материалоемкости продукции показывает условную экономию материальных затрат (см. таблицу).

Размер действительного материалопотребления определяется уровнем материальных затрат по каждому виду продукции. В лесозаготовительном производстве этот показатель находят как отношение объема материальных затрат (в натуральном или стоимостном выражении) к объему вывозки древесины. Снижение расхода материальных ресурсов в расчете на 1 м³ древесины не всегда указывает на достигнутое ресурсосбережение в данном предприятии, так как может быть получено и за счет снижения качества продукции. Вместе с тем, при анализе динамики уровня материальных затрат (а также межзаводском

Материалоемкость продукции лесозаготовок

Вид затрат	Уровень материальных затрат, р./м ³			Материалоемкость, р./тыс. р.		
	Шуйско-Виданский ЛПХ	Пяльмский ЛПХ	ВЛПО Карел-леспром	Шуйско-Виданский ЛПХ	Пяльмский ЛПХ	ВЛПО Карел-леспром
Попенная плата	2,75	1,25	1,97	148,3	73,7	113,9
Вспомогательные материалы	1,06	0,98	1,21	57,2	57,8	69,9
Топливо	0,72	0,37	0,62	38,8	21,8	35,8
Энергия	0,16	0,12	0,15	8,6	7,1	8,7
Всего	4,69	2,72	3,95	252,9	160,4	228,3

анализе этого показателя) следует учитывать изменение структуры производства и выпускаемой продукции, влияние ряда природно-производственных факторов.

Поэтому для анализа ресурсосбережения в лесозаготовительном производстве необходимо применять показатели — материалоемкость продукции и уровень материальных затрат, что позволит оценить ресурсосбережение с учетом влияния объективных факторов, действующих в добывающих отраслях, и технического прогресса.

Текущие затраты на производство товарной продукции формируются в виде перенесенной стоимости (амортизация и материальные затраты) и заработной платы с начислениями. Интенсивный путь развития экономики предполагает обязательное снижение совокупных затрат на производство продукции. Следовательно, условием ресурсосбережения будет максимум снижения материалоемкости с учетом изменения удельной амортизации основных фондов и зарплатоемкости продукции.

Условие эффективности i -го мероприятия по ресурсосбережению выражается формулой

$$|\Delta\mu_i| - (\Delta Z_{ti} + \Delta Z_{ai} - \Delta Z_{ni}) \geq 0, \quad (1)$$

где $\Delta\mu_i$ — снижение материалоемкости продукции в результате мероприятия по ресурсосбережению, р./р.;

ΔZ_{ti} — снижение (—) или рост (+) зарплатоемкости продукции, р./р.;

ΔZ_{ni} — изменение (\mp) прочих затрат на производство продукции (которые при существующей системе калькулирования себестоимости не относятся к расшифрованным элементам), р./р.;

ΔZ_{ai} — изменение (\mp) удельной амортизации (рассчитанной как отношение суммы амортизации к стоимости товарной продукции), р./р.

Следовательно, hozрасчетный эффект от мероприятия по ресурсосбережению будет получен в том случае, если сумма снижения материалоемкости продукции положительна с учетом изменений зарплатоемкости и удельной амортизации ОФ.

С народнохозяйственной точки зрения условие эффективности мероприятия по ресурсосбережению выражается формулой

$$|\Delta\mu_i| - (\Delta Z_{ti} + \Delta Z_{ai} + \Delta Z_{ni} + \Delta K_i E_n) \geq 0, \quad (2)$$

где ΔK_i — дополнительные капитальные вложения на внедрение i -го мероприятия по ресурсосбережению, р./р.;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (0,15).

Это значит, что отдельные направления ресурсосбережения экономически целесообразны с народнохозяйственных позиций в том случае, когда полученное снижение материалоемкости продукции не перекрывается ростом зарплатоемкости и удельной амортизации и с учетом приведенных дополнительных капитальных вложений.

Рассматривая вопросы эффективности ресурсосбережения в лесозаготовительной отрасли, необходимо обосновать также и объективные возможности конкретных направлений (или источников) экономии материальных ресурсов. Поскольку до настоящего времени нет общепризнанной точки зрения о числе и возможностях этих направлений, в данной работе сделана попытка решить эти вопросы.

Если рассматривать лесозаготовку с позиций затрат материальных ресурсов на производство конечной продукции, ресурсосбережение сводится к решению трех основных проблем: ликвидация потерь древесины в процессе ее заготовки, вывозки и улучшение первичной обработки; экономия вспомогательных материалов, топлива и энергии; полная утилизация вторичного древесного сырья. Решение этих проблем должно быть взаимосвязано, а поиск и разработка организационно-технических мероприятий направлены на решение всего комплекса проблем ресурсосбережения.

Рассмотрим отдельные направления ресурсосбережения и показатели их эффективности.

1. Ликвидация потерь древесины в процессе ее заготовки и вывозки и улучшение ее первичной обработки.

Показателем эффективности использования отведенного в рубку древостоя служит коэффициент использования лесосечного фонда ($K_{н.д}$), который определяется по формуле:

$$K_{н.д} = \frac{O_p + (P_k - P_n)(1 - K_0)}{O_0}, \quad (3)$$

- где O_p — объем раскряжевки древесины за данный период (включая поставки хлыстов потребителям), тыс. м³;
 P_n, P_k — производственные запасы хлыстов на верхних и нижних складах соответственно на начало и конец периода, тыс. м³;
 K_0 — коэффициент неизбежных потерь древесины в процессе вывозки и раскряжевки ($K_0 = 0,02 \dots 0,03$);
 O_0 — ликвидный объем отведенного в рубку древостоя в данный период, тыс. м³.

Анализ работы лесозаготовительных предприятий ВЛПО Кареллеспром, Вологдалеспром и др. позволил наметить основные пути снижения материалоемкости продукции за счет рассматриваемого направления ресурсосбережения: ликвидация недорубов, сбор тонкомерных хлыстов, обломков вершин и т. п. на лесосеке, повышение размера материального стимулирования лесосечных бригад в зависимости от показателя использования лесосечного фонда и др.

В структуре материальных затрат на производство продукции лесозаготовок 50 % занимает попенная плата. Улучшение использования лесосечного фонда является основным направлением снижения материалоемкости продукции за счет сокращения попенной платы.

2. Экономия вспомогательных материалов, топлива, энергии и попенной платы.

Доля вспомогательных материалов, топлива, энергии составляет соответственно 31, 15 и 4 %. Показателем эффективности их исполь-

зования является расход на единицу продукции (при анализе данного показателя в целом по предприятию) на единицу полезного эффекта (при анализе по отдельным машинам, технологическим процессам и т. п.).

В лесозаготовительном производстве объемы механизации основных работ в двенадцатой пятилетке возрастут в 2—2,5 раза, что приведет к повышению потребления материальных ресурсов. Снижение удельных норм расхода топливно-энергетических и материальных ресурсов может быть достигнуто как за счет использования внутренних резервов предприятий (усиление режима экономии, совершенствование структуры производства и т. п.), так и в результате применения более совершенной техники и технологии*.

3. Улучшение использования вторичных древесных ресурсов.

Широкое потребление вторичных древесных ресурсов (т. е. отходов лесозаготовок и деревообработки и отходов потребления изделий из древесины) является одним из основных путей интенсификации лесного производства.

Решение этих вопросов на лесозаготовительных предприятиях требует обеспеченности необходимой техникой для утилизации отходов, поиска потребителей данной продукции. При этом должна быть усилена экономическая заинтересованность предприятий в использовании отходов производства. Эта заинтересованность должна обеспечиваться получением прибыли от переработки отходов.

В перспективе лесозаготовительное производство должно ориентироваться прежде всего на создание и применение безотходных технологий: вывозку деревьев с кроной, производство немерных балансов, технологической щепы и т. п.

Поступила 7 августа 1987 г.

УДК 621.39 : 681.3

МОДЕЛЬ СЕТИ ОБМЕНА ДАННЫМИ АСУ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫМ ОБЪЕДИНЕНИЕМ

В. С. КОСТЕНКО

СевНИИП

Абоненты АСУ лесопромышленным объединением (АСУО) с помощью сети обмена данными (СОД) соединяются в региональную информационно-вычислительную сеть. Без оптимально построенной СОД невозможно эффективное функционирование АСУО в целом.

В литературе анализу комбинированных сетей, подобных СОД АСУО, посвящено незначительное число работ по отдельным аспектам их функционирования, например [5]. Поэтому возникает задача разработать математическую модель такой сети.

В нашей статье рассмотрена СОД АСУО, дано описание модели сети как системы массового обслуживания (СМО), предложена методика оценки пропускной способности нижних уровней иерархии сети.

В общем случае модель СОД относится к моделям массового обслуживания, так как процессы прохождения потоков сообщений через узлы коммутации носят случайный характер и аналогичны процессам в СМО.

* Кожин В. М., Кондратюк В. А. Эффективность использования материальных ресурсов // Лесн. журн.—1986.— № 1.— С. 109—112.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Систему в целом изучать достаточно сложно из-за трудности формального описания процессов, протекающих в сети. Поэтому, используя принцип декомпозиции [8], разобьем общую сеть на N элементарных подсистем, таких, как показано на рис. 1.



Рис. 1. Элементарная СМО: $\lambda_{вх}$ — интенсивность входящего потока; μ_i — интенсивность обслуживания в системе; θ — длина очереди на обслуживание; $\lambda_{вых}$ — интенсивность выходного потока

Прохождение сообщения от отправителя a_i (терминал) до получателя a_j (ВЦ) в СОД АСУО можно разбить на ряд этапов, каждый из которых определенным образом влияет на процесс доставки информации. Значит, модель сети будет представлять собой композицию моделей участков сети, что упростит задачу построения модели СОД.

Согласно концепции построения сети (рис. 2), сообщение проходит следующие участки: от терминала к концентратору, от концентраторов к узлам и затем передача сообщений по связанной сети узлов.

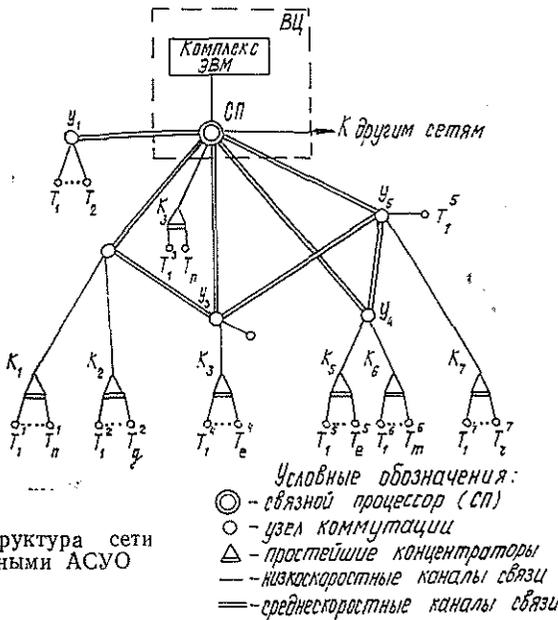


Рис. 2. Структура сети обмена данными АСУО

Информация, возникающая на нижнем уровне управления, поступает в сеть и от терминалов передается в концентратор, который осуществляет статистическое уплотнение потока сообщений от группы терминалов. На этом участке сообщение, при отсутствии тупиковых ситуаций, обязательно будет обслужено.

Анализ информационных потоков [2] показал, что на вход сети поступают пуассоновские потоки с интенсивностями λ_i , $i = \overline{1, \omega}$, где ω —

число ветвей от терминалов T_i к концентратору K_j , а длины сообщений распределены по нормальному закону. Ветви, соединяющие терминалы T_i и концентратор K_j , одноканальные. Значит, в качестве модели участка терминал — концентратор принимаем СМО с одноканальными ветвями и неограниченным временем (очередью) ожидания (в обозначениях Кендалла СМО типа $M/G/1$).

На следующем этапе потоки сообщений передаются по одноканальным ветвям от концентратора K_j к узлу $У_k$, к каждому из которых подключается группа концентраторов. Вследствие ограниченного объема буферной памяти в концентраторе образуется очередь на обслуживание (передачу) сообщений. Наличие очередей приводит к изменению характера потока, который перерождается в поток с последствием. Значит, этот участок может быть интерпретирован одноканальной СМО с ограниченным временем (очередью) ожидания (СМО типа $M/M/1/\theta$).

Далее потоки сообщений передаются по связанной сети, образованной узлами коммутации $У_k$. В узлах $У_k$, помимо обычных функций концентратора: ввода, компоновки сообщений и вывода — осуществляется фрагментация сообщений на пакеты. А наличие между узлами обходных путей доставки информации позволяет использовать динамическое управление потоками данных. Значит, этот участок СОД является сетью с коммутацией пакетов.

Поскольку узлы $У_k$ соединены между собой и ВЦ многоканальными ветвями и имеют ограниченную буферную память, то этот участок (связанная сеть) может быть представлен многоканальной СМО с ограниченным временем (очередью) ожидания, на вход которой поступают пуассоновские потоки, время обслуживания (длины сообщений) распределено по этому же закону [2].

Таким образом, объединяя три рассмотренных участка, получим модель сети обмена данными АСУО как систему массового обслуживания, приведенную на рис. 3.

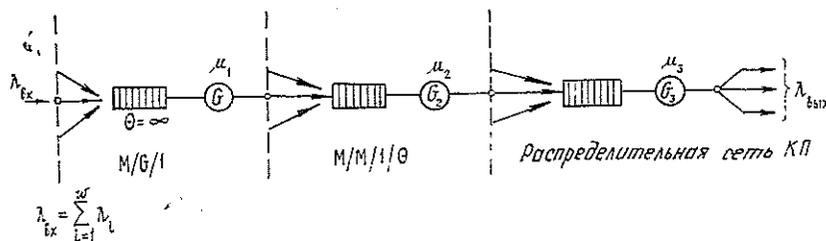


Рис. 3. Модель сети обмена данными АСУО

В большинстве работ (например [1]), посвященных исследованию систем обмена данными, в качестве предпочтительного критерия оптимальности сети используется среднее время задержки \bar{T} сообщений, т. е. при заданных входных потоках и наличии ряда ограничений решается задача минимизации характеристики \bar{T} .

Для рассматриваемой же СОД АСУО в качестве показателя эффективности сети предпочтительнее выбрать пропускную способность СОД, под которой понимается передача максимального объема информации с требуемым качеством за определенный интервал времени. Это обусловлено тем, что в АСУ передаются большие файлы информации в интересах решения задач управления, а также дистанционным вводом заданий.

Задача определения пропускной способности СОД декомпозируется на частные задачи нахождения пропускной способности участков сети: 1 — терминал — концентратор; 2 — концентратор — узел; 3 — связанной сети (участок узел — ГВМ).

Рассмотрим первые две части методики, так как разработке методики оценки связанной сети посвящена отдельная работа [3]. Поскольку модели первых двух участков (СМО типа М/Г/1 и М/М/1/Θ) достаточно хорошо изучены (например [4, 6]), то эти участки рассмотрим совместно.

Как отмечено выше, на вход сети поступают потоки сообщений с интенсивностями $\lambda_i, i = \overline{1, \omega}$, где ω — число терминалов в группе. Эти потоки являются пуассоновскими, а длины сообщений распределены по нормальному закону.

В целом модель этих двух участков можно представить в виде, показанном на рис. 4.

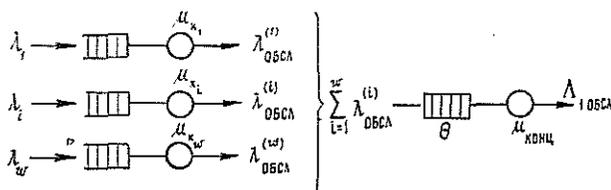


Рис. 4. Модель участка терминал—узел

Зададим качество обслуживания допустимым временем доставки T_d , тогда показателем оптимальности обслуживания будет вероятность своевременного обслуживания сообщений за время $t \leq t_d$, т. е.

$$F = P_{\text{ты}}(t \leq t_d).$$

Чтобы найти вероятность своевременной передачи сообщений по ветви P_{β} , будем рассматривать поток в ветви как поток отказов, приводящий к блокировке канала на время обслуживания.

Тогда вероятность P_{β} найдем по формуле полной вероятности

$$P_{\beta} = P(B)P(A/B), \tag{1}$$

где $P(B)$ — вероятность безотказной работы канала на участке;
 $P(A/B)$ — условная вероятность события A , состоящего в обслуживании сообщения при выполнении гипотезы B .

Для одноканальной СМО вероятность безотказной работы канала определяется формулой

$$P = P(B) = \frac{x}{x + c} \exp(-c), \tag{2}$$

где x — интенсивность восстановления канала на участке;
 c — интенсивность отказа канала на участке.

Поскольку нас интересует вероятность своевременного обслуживания каждого i -го потока ($i = \overline{1, \omega}$), то модель участка (рис. 4) заменим эквивалентной, на вход которой поступают те же потоки сообщений λ_i , а интенсивность обслуживания будет μ_c . Эта интенсивность является функцией входящего потока $\lambda_i, i = \overline{1, \omega}$, интенсивности обслуживания в канале μ_{ki} и интенсивности обслуживания в концентраторе $\mu_{\text{конц}}$, т. е.

$$\mu_c = f(\lambda_i, \mu_{ki}, \mu_{\text{конц}}).$$

Величина μ_c может быть определена из выражения

$$\mu_c = \frac{1}{\overline{T}_k + \overline{T}_{ож}}, \quad (3)$$

где \overline{T}_k — среднее время обслуживания (передачи) в канале;
 $\overline{T}_{ож}$ — среднее время ожидания в очереди концентратора.
 Среднее время обслуживания в канале (время передачи)

$$\overline{T}_k = \frac{1}{\mu_k}, \quad (4)$$

а среднее время ожидания в очереди концентратора при произвольном законе распределения времени обслуживания (длин сообщений) находят по известной формуле [7]

$$\overline{T}_{ож} = \frac{\lambda}{2} \frac{D[l]}{1-\rho}, \quad (5)$$

где λ — интенсивность входящего потока;
 $\rho \equiv \frac{\lambda}{\mu}$ — коэффициент использования ветви;
 $D[l]$ — дисперсия длины сообщения.

Подставляя выражения (4) и (5) в (3), получим выражение для определения интенсивности обслуживания в системе:

$$\mu_c = \frac{1}{\frac{1}{\mu_k} + \frac{\lambda}{2} \frac{D[l]}{1-\rho}} = \frac{2\mu_k(1-\rho)}{2(1-\rho) + \mu_k\lambda D[l]}. \quad (6)$$

Условная вероятность обслуживания сообщений является вероятностью обслуживания в одноканальной СМО и находится по формуле

$$P(A/B) = 1 - P_{отк}, \quad (7)$$

где $P_{отк}$ — вероятность получения произвольным сообщением отказа в обслуживании.

Если сообщение поступило в СМО в момент времени t , то $P_{отк} = p_1(t)$, где $p_1(t)$ — вероятность того, что обслуживающий прибор занят.

Для нахождения вероятности $P(A/B)$ воспользуемся известной в теории массового обслуживания формулой нахождения вероятности отказа [6]

$$P_{отк} = \left(\frac{\lambda}{\mu_c}\right)^{\theta} \frac{1 - \lambda/\mu_c}{1 - (\lambda/\mu_c)^{\theta} + 1}, \quad (8)$$

где μ_c определяется выражением (6).

Подставляя выражение (8) в (7), найдем вероятность $P(A/B)$:

$$P(A/B) = 1 - \left(\frac{\lambda}{\mu_c}\right)^{\theta} \frac{1 - \lambda/\mu_c}{1 - (\lambda/\mu_c)^{\theta} + 1}. \quad (9)$$

Зная вероятности $P(A)$ и $P(A/B)$, легко найти вероятность своевременной передачи сообщений по ветви:

$$P = (1 - P_{отк}) \frac{z}{z + c} \exp(-c). \quad (10)$$

Обслуженный поток по всем ветвям на участке

$$\Lambda_{\text{обсл}} = \sum_{i=1}^w \sum_{\beta=1}^w \lambda_i P_{\beta}. \quad (11)$$

Величина $\Lambda_{\text{обсл}}$ и будет пропускной способностью участка терминал — узел.

Пример. Пусть на вход участка, состоящего из четырех ветвей, поступают потоки с интенсивностями: $\lambda_1 = 0,1$ сооб./с; $\lambda_2 = 0,12$ сооб./с; $\lambda_3 = 0,08$ сооб./с; $\lambda_4 = 0,05$ сооб./с, длины сообщений распределены по нормальному закону; дисперсии длин сообщений $D_1[l] = 76,9$; $D_2[l] = 31,6$; $D_3[l] = 12,9$; $D_4[l] = 12,01$.

Для простоты расчетов полагаем, что интенсивности обслуживания в каналах одинаковы $\mu_{ki} = \mu_k = 1$, время наработки на отказ 10 ч, время восстановления 2 ч, объем буферной памяти концентратора $\theta = 3$ сообщения.

По формуле (2) находим вероятность безотказной работы канала

$$P = \frac{0,0014}{0,0014 + 0,000028} e^{-0,000028} = 0,979.$$

По формуле (10) определяем вероятность своевременной передачи по ветвям β_i , $i = 1,4$, предварительно вычислив по формуле (6) интенсивность обслуживания $\mu_{\beta i}$, $i = 1,4$ для каждого потока. Результаты расчетов сведены в таблицу.

Номер ветви	1	2	3	4
$\mu_{\beta i}$	0,6	0,55	0,42	0,32
$P_{отк}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$
$P(A/B)$	0,999	0,993	0,995	0,997
$P_{\beta i}$	0,978	0,972	0,974	0,976

По формуле (11) находим обслуженный поток $\Lambda_{тобсл}$, величина которого является пропускной способностью участка терминал — узел:

$$\Lambda_{тобсл} = \sum_{i=1}^4 \sum_{\beta=1}^4 \lambda_i P_{\beta i} = 0,978 \cdot 0,1 + 0,12 \cdot 0,972 + 0,08 \cdot 0,974 + 0,05 \cdot 0,976 = 0,339 \text{ сооб./с.}$$

Вывод

Полученное аналитическое выражение определяет потенциальную характеристику сети. А так как она выражается одним числом, то это дает возможность сравнивать различные варианты нижнего уровня иерархии СОД и выбрать оптимальный. Объединив эту методiku с методикой оценки пропускной способности связанной сети [3], получим единую методiku оценки пропускной способности СОД АСУО.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями.— М.: Мир, 1979.— 600 с. [2]. Костенко В. С. Информационные потоки в АСУ лесопромышленным объединением // Лесн. журн.— 1987.— № 3.— С. 109—113.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Костенко В. С., Присяжнюк С. П. Методика оценки пропускной способности сети обмена данными в АСУ объединением // Лесн. журн.— 1988.— № 1.— С. 112—116.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Матвеев В. Ф., Ушаков В. Г. Системы массового обслуживания.— М.: МГУ, 1984.— 240 с. [5]. Присяжнюк С. П. Методы оперативного управления системой обмена данными.— М., 1985.— 137 с. [6]. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения.— М.: Сов. радио, 1971.— 520 с. [7]. Шварц М. Сети ЭВМ. Анализ и проектирование.— М.: Радио и связь, 1981.— 336 с. [8]. Шнепс М. А. Системы распределения информации. Методы расчета.— М.: Связь, 1979.— 314 с.

Поступила 17 февраля 1987 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*232

СОЗДАНИЕ КУЛЬТУР СОСНЫ
БИОГРУППАМИ ИЗ ДВУХ РАСТЕНИЙ

М. Н. ПРОКОПЬЕВ, М. В. РОГОЗИН

Естественно-научный институт
Пермского государственного университета

Равномерность размещения растений по площади — основное преимущество лесных культур перед естественными насаждениями. В той или иной мере рубки ухода в культурах призваны повышать ее, однако ориентировка на равномерное размещение вступает в противоречие с требованием оставлять лучшие растения. Противоречие разрешимо при посадке растений био группами с оставлением в них спустя некоторое время только одного лучшего растения.

В квартале 68 Пермского лесничества Пермского лесхоза были обнаружены культуры сосны, созданные по двум вариантам. В первом варианте размещение растений было принято био группами по два растения с расстоянием между ними 0,25 м при расстоянии между центрами био групп в рядах 1,1 м и между рядами 2,2 м. Во втором варианте проведена обычная рядовая посадка семян по схеме 2,0 × 0,49 м. В 15-летнем древостое проведены рубки ухода с оставлением только одного лучшего растения в био группах и по низовому способу во втором варианте. Культуры 29-летнего возраста имеют относительную полноту 1,19 и 1,33, запас 292 и 327 м³/га, число деревьев в господствующей части 2 360 и 2 870 шт./га соответственно в варианте био группами и при обычной посадке (см. таблицу).

Результаты выращивания культур сосны
из био групп и при обычной рядовой посадке

Показатели	Вариант	
	1 (био группы)	2 (посадка рядами)
Схема размещения посадочных мест, м	2,2 × 1,1	2,0 × 0,49
Первоначальная густота посадки, шт./га:		
био групп	4 130	—
растений	8 260	9 350
Возраст древостоя, лет	29	29
Общее число живых деревьев, шт./га	2 920	4 190
Число деревьев в господствующей части насаждения, шт./га	2 360	2 760
	<u>12,8</u>	<u>11,4</u>
Средний диаметр, см	16,0	15,1
	<u>14,3</u>	<u>13,8</u>
Средняя высота, м	15,0	14,7
	<u>37,9</u>	<u>42,5</u>
Абсолютная полнота, м ² /га	24,3	20,2
	<u>1,19</u>	<u>1,33</u>
Относительная полнота	0,76	0,63
	<u>292</u>	<u>327</u>
Запас стволовой древесины, м ³ /га	156	139

Примечание. В числителе даны показатели для всего древостоя; в знаменателе — показатели 1 000 самых крупных деревьев.

С позиций дальнейшего выращивания наибольший интерес представляет перспективная часть древостоя, которая формируется примерно из 1 000 шт./га самых крупных деревьев и впоследствии образует полог спелого древостоя [2]. В первом варианте

в этой части древостоя сформировались более крупные и высокие деревья с запасом 156 м³/га против 139 м³/га во втором варианте.

Очевидно, что преимущество посадки биогруппами еще более возрастет при удалении лишних растений в более ранние сроки, например 4—6-летних. Возможность отбора быстрорастущих особей такого раннего возраста доказана [1, 3]. В эти же сроки можно проводить замену погибших и худших биогрупп, пересаживая лишние лучшие растения.

Удаление в биогруппах лишних экземпляров в раннем их возрасте позволит избежать малорентабельных рубок ухода. Одновременно будет повышена равномерность размещения растений по площади, что обеспечит увеличение прироста у оставшихся деревьев. Равномерность размещения растений может быть оценена по различным критериям. Наиболее простой из них — оценка по минимальному расстоянию между растениями. Если при каком-либо способе оно оказывается больше, то этот способ повышает равномерность размещения растений.

В рассматриваемых культурах после рубок ухода минимальное расстояние между растениями составило в первом варианте 0,85 м, во втором — 0,49 м. Очевидно, что чем меньше расстояние между растениями в биогруппе, тем выше равномерность размещения оставленных одиночных растений. Однако чтобы не повредить оставляемое растение при удалении лишнего дерева, это расстояние не должно быть слишком малым. Кроме того, возможна еще и пересадка лишнего растения. При этих операциях необходима защитная зона как для оставляемого, так и для пересаживаемого растения. По-видимому, величина этой зоны должна составлять круг диаметром 20...30 см, поэтому расстояние между растениями в биогруппе при посадке должно быть не менее 20...30 см.

Культуры сосны биогруппами из двух растений довольно часто создавались в пригородных лесах г. Перми. В некоторых посадках второе растение не было вовремя вырублено, и в 30 лет эта пара деревьев имела характерные саблевидные стволы небольшого диаметра. Это говорит об обязательности своевременного удаления второго растения в биогруппе.

Таким образом, создание культур сосны биогруппами из двух растений с оставлением в биогруппе в 4...6 лет только лучшего растения позволит осуществить отбор на быстроту роста и добиться равномерного размещения оставшихся растений, что существенно ускорит процесс выращивания крупномерной древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Маслаков Е. Л. О динамике структуры групповых культур сосны // Восстановление и мелиорация лесов Северо-Запада РСФСР.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1980.— С. 35—46. [2]. Прокопьев М. Н. Лесные культуры Теплоуховых в Прикамье / Перм. ун-т.— Пермь, 1978.— 180 с.— Деп. в ВИНТИ 04.04.78, № 1231. [3]. Рогозин М. В. Ранняя диагностика быстроты роста сосны обыкновенной в культурах // Лесоведение.— 1983.— № 2.— С. 66—72.

УДК 630*232.311

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УРОЖАЯ ШИШЕК ПО КАТЕГОРИЯМ ДЕРЕВЬЕВ В СЕВЕРНЫХ ЕЛЬНИКАХ

П. И. ВОЙЧАЛЬ, А. И. БАРАБИН

Архангельский лесотехнический институт

Понимая под термином «урожай» количество шишек (или семян), приходящихся в данном году на 1 га лесной площади или на одно дерево, мы просмотрели соответствующую литературу и нашли, что она не богата результатами исследований. Прежде всего следует назвать капитальную работу ученых Петербургского лесного института проф. А. Н. Соболева и А. В. Фомичева [1], в которой изучено семеношение местных ельников и установлена связь между урожаем и классами Крафта деревьев. Сходные результаты были получены А. И. Стратоновичем и Е. П. Заборовским [2] при изучении урожая ели в 1928—1929 гг. В те же годы Л. Ф. Правдин, исследовав связь между урожаем и диаметром еловых деревьев в Ленинградской области, пришел к выводу, что связь эта близка к линейной (по М. Е. Ткаченко [3]).

Необходимо отдать должное и воззрениям проф. Н. В. Третьякова. Рассматривая закономерности строения древостоев, он на с. 51 книги «Закон единства в строении насаждений» [4] поместил схематическую кривую, иллюстрирующую связь энергии семеношения дерева с его рангом в ряду деревьев, назвав эту связь «функцией урожая». На с. 50 он поясняет: «Отдельные кривые половой энергии насаждений в книге проф. Соболева настолько индивидуальны, что вывод из них средней, как отмечает

сам автор, дает чрезвычайно грубое представление. А поэтому схема дана в грубом виде». К этому надо добавить, что Н. В. Третьяков не дал в названном труде ни уравнения этой зависимости, ни табличных данных. Вероятно, они не были получены, ибо их нет и в более позднем фундаментальном издании [5]. По-видимому, ученые не располагали достаточными натурными материалами. Надо считаться с тем, что величина урожая зависит от ряда факторов, к числу которых относятся полнота древостоя, его возраст, степень цветения, метеорологическая обстановка и др.

Мы попытались проанализировать связь между урожаем и характеристикой деревьев по материалам пробных площадей, заложенных в 1965—1982 гг. А. И. Барабиным в таежных ельниках Европейского Севера (Архангельская, Вологодская области и Коми АССР).

В качестве функции урожая приняты три показателя: число шишек при различных значениях аргументов, число шишек на одном дереве и число плодоносящих деревьев. Поскольку абсолютные значения этих показателей сильно колеблются, мы выразили их в процентах: первый — от общего числа шишек в древостое пробной площади ($\Sigma ш$, %); второй — от наибольшего числа шишек на дереве в той или иной ступени ($ш/n$, %); третий — от общего числа деревьев в ступени (t , %). Кроме того, первый показатель мы рассматривали с нарастающим итогом, суммируя цифры от наименьшей ступени до данной (поэтому показатель графически выражается не обычной кривой распределения, а огивой).

Всего для исследования было взято 56 пробных площадей. В качестве аргументов приняты диаметр дерева (d), см, относительный его диаметр (δ) и ранг дерева (R), % от числа деревьев в древостое.

Пробные площади различались по ряду показателей: типы леса — от кисличного до сфагновых ельников; представленность ельников зеленомошной группы типов леса — 77 %, в том числе ельников-черничников свежих — более 30 %; состав древостоев — от 10 до 5 единиц ели; классы возраста — от V до X; классы бонитета — от II до Va; полноты — от 0,4 до 0,9; средние диаметры — от 17 до 28 см; проценты семеносящих деревьев — от 7 до 96; число шишек на 1 га — от 1 000 до 78 000 шт.

Мы провели корреляционный, дисперсионный и регрессионный анализ исходного материала, дополнив его вычерчиванием необходимых графиков и проверочными вычислениями. Корреляционный анализ показал, что все три исследованных фактора мало различаются и имеют криволинейную связь с урожаем; лишь связь ранга дерева с процентом семеносящих деревьев оказалась прямолинейной.

В итоге дисперсионного анализа мы нашли, что могут быть применены все три аргумента; однако сила влияния их на величину функции различна: для $\Sigma ш$ — в среднем 0,86 (от 0,835 до 0,887), для $ш/n$ — 0,64 (от 0,625 до 0,683), для t — 0,58 (от 0,559 до 0,595). Небольшое преимущество при этом принадлежит фактору R .

В результате регрессионного анализа получены следующие уравнения связи:

$$\Sigma ш = 0,14d^2 - d - 9;$$

$$\Sigma ш = -20\delta^2 + 126\delta - 60;$$

$$\Sigma ш = 0,013R^2 - 0,33R + 3;$$

$$ш/n = -0,04d^2 + 5,15d - 53;$$

$$ш/n = -18,2\delta^2 + 107\delta - 47;$$

$$ш/n = 0,007\delta R^2 + 0,083R + 2;$$

$$t = 0,088d^2 + 7,2d - 52;$$

$$t = -50\delta^2 + 175\delta - 58;$$

$$t = 0,836R + 15.$$

Все эти уравнения имеют высокие коэффициенты сглаженности (от 0,997 до 0,964).

В большинстве случаев расхождения между фактическими и вычисленными показателями урожая невелики, особенно при аргументе R : в 70 % случаев — до ± 10 %, в 83 % — до ± 20 %. Проверка уравнений сделана на пробных площадях, заложенных в 1983 и 1984 гг.) т. е. сверх ранее взятых 56 проб) и не включенных в анализ. Она показала, что для получения достоверных результатов определения урожая достаточно взять 10 пробных площадей.

Анализ показывает, что основная масса урожая сосредоточена на деревьях с диаметрами от 20 до 36 см (90 %), относительными диаметрами от 0,8 до 1,8 (92 %) и рангами от 45 и выше (88 % урожая). Таких деревьев в составе древостоя насчитывается от 1/5 до 1/3.

Выводы

1. Несмотря на большое разнообразие исходного материала, получены достаточно надежные уравнения зависимости урожая от трех рассмотренных факторов.

2. Предположение о линейности связи урожая с толщиной дерева на нашем материале не подтвердилось.

Разумеется, эти выводы имеют локальный характер. Для других регионов, пород, типов леса и возрастов нужны новые материалы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Соболев А. П., Фомичев А. В. Плодоношение лесных насаждений: Прилож. к 18 вып. «Изв. Лесного ин-та». — Спб., 1908. [2]. Стратонович А. И., Заборовский Е. П. Плодоношение еловых насаждений // Зап. лесн. опыти. станция Ленингр. с.-х. ин-та. — 1930. — Вып. 7, ч. 2. — 79 с. [3]. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. — М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. — 599 с. [4]. Третьяков Н. В. Закон единства в строении насаждений. — М.; Л.: Новая деревня, 1927. — 113 с. [5]. Третьяков Н. В., Горский П. В., Самойлович Г. Г. Справочник таксатора. — М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. — 853 с.

УДК 630*443

ГРИБЫ, ПОРАЖАЮЩИЕ ЛИСТЬЯ, ПОБЕГИ, ВЕТВИ И ХВОЮ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД ЯЛАМИНСКОГО ЛЕСХОЗА АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

Н. Е. КАНЫГИНА

Институт ботаники АН АзССР

Яламинский лесхоз простирается вдоль берега Каспийского моря, где в состав фитоценоза входят дуб, граб, тополь, ольха, клен, ясень и другие древесно-кустарниковые породы. Микофлора Куба-Хачмасской зоны в целом изучена сравнительно хорошо. Но о грибах, поселяющихся на древесно-кустарниковых породах, имеются лишь отрывочные сведения в работах Н. А. Мехтиева [4—6] и Э. С. Гусейнова [1—3]. Систематического изучения микофлоры древесно-кустарниковых пород Яламинского лесхоза не проводилось.

Обработка собранного гербарного материала по Яламинскому лесхозу, накопленного в период экспедиции 1976—1978 гг., позволила выявить 116 паразитных и сапрофитных видов грибов, из которых 102 впервые отмечаются для Яламинского лесхоза, 48 — новые для микофлоры Азербайджана. В данную сводку не вошли трутовые грибы, сведения о них и их роли в лесных фитоценозах представлены в другой работе.

Большинство выявленных видов грибов ведут паразитический образ жизни, вызывая пятнистость листьев, усыхание побегов, хвои и молодых ветвей. Однако консортивные взаимоотношения, складывающиеся между растением и филофильной микосинузой, большей частью носят индифферентный, реже отрицательный характер.

Если проанализировать материал, собранный в данном фитоценозе, то можно сказать, что индифферентные консорции образуют: *Leptothyrium vulgare* и *Quercus castaneifolia*, *Phoma castanea* и *Castanea sativa*, *Phoma oblonga* и *Zelkova hircanica*, *Ph. inaequales* и *Ulmus suberosa*, *Trichotecium candidum* и *Crataegus pentagyna*.

Отрицательные консортивные взаимоотношения складываются между: *Lophodermium pinastri* и *Pinus pithusa*, *Diplodia sapinea* var. *pinarum* и *Pinus pinaster*, *Pinus eldarica*, *Uncinula fraxini* и *Fraxinus excelsior*. В состав филофильной микосинузы нередко входят одновременно два или три вида грибов, при этом взаимоотношения между ними могут носить разный характер. В одном случае они развиваются независимо друг от друга, в другом один вид угнетает другой.

Грибы, выявленные на древесно-кустарниковых породах Яламинского лесхоза, относятся к 3 классам, 5 порядкам и 37 родам. В количественном отношении они распределяются по родам следующим образом: *Uncinula* — 1; *Phyllactinia* — 1; *Thematoschaeria* — 1; *Lophodermium* — 1; *Melanomma* — 2; *Amphysphaeria* — 1; *Microstroma* — 1; *Alternaria* — 1; *Contosporium* — 1; *Cercospora* — 1; *Dicocum* — 1; *Trichotecium* — 1; *Cylindrosporium* — 4; *Marssonina* — 2; *Pestalotia* — 4; *Monochaetia* — 2; *Libertella* — 1; *Cylindrosporium* — 2; *Leptothyrium* — 2; *Phyllosticta* — 12; *Leptostroma* — 2; *Pyrenochaetia* — 1; *Phoma* — 25; *Cytospora* — 6; *Ascochyta* — 2; *Diplodia* — 12; *Diplodina* — 1; *Stagonospora* — 1; *Rhabdospora* — 3; *Septoria* — 4; *Sphaeropsis* — 6; *Phlyctaena* — 2; *Coniothyrium* — 2; *Botriodiplodia* — 1; *Hendersonia* — 3; *Camarosporium* — 2; *Steganosporium* — 1. Анализируя эти данные, видим, что наиболее богато представлены роды: *Phoma* — 25 видов, *Diplodia* — 12, *Phyllosticta* — 12, *Sphaeropsis* — 6, *Cytospora* — 6, *Pestalotia* — 4, *Gloeosporium* — 4, *Septoria* — 4, остальные роды имеют от 1 до 3 видов. Большинство выявленных нами грибов приурочены к определенным видам питающих растений. Различаются они и по морфологическим признакам, наиболее характерны из которых окраска и форма спор, наличие поперечных и продольных перегородок. Все

отмеченные грибы можно разделить на две группы: с окрашенными и бесцветными спорами (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Грибы с окрашенными спорами

Вид грибов	Питающее растение	Субстрат
Споры одноклеточные — <i>Phaeosporae</i>		
<i>Phyllactinia suffulta</i> Sacc. f. <i>carpini betula</i> Jacz.	<i>Carpinus caucasica</i> A. Grossh.	Листья
<i>Sphaeropsis acaciae</i> Petrak	<i>Acacia dealbata</i> Link.	»
<i>Sph. alni</i> B. et Br.	<i>Alnus barbata</i> C. A. Mey.	»
<i>Sph. castaneae</i> Togn.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	»
<i>Sph. diospyri</i> B. et Br.	<i>Diospyros kaki</i> L.	»
<i>Sph. druparum</i> (Schw.) Cke.	<i>Pterocarya fraxinifolia</i> Spach.	Ветви
<i>Sph. gallae</i> (Schw.) B. et C.	<i>Ulmus suberosa</i> Moench	Листья
<i>Sph. mespili</i> Hollos.	<i>Mespilus germanica</i> L.	»
<i>Sph. oblongispora</i> Mass.	<i>Poliurus spina-christi</i> Mill.	Ветви
<i>Coniothyrium incarnatum</i> (Pers.) Fr.	<i>Juglans regia</i> L.	»
<i>Coniothyrium olivaceum</i> Bon.	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Листья
<i>Coniosporium fusidii</i> (Fckl.) Sacc.	<i>Quercus iberica</i> Stev.	»
Споры двуклеточные — <i>Phaeodumae</i>		
<i>Amphisphaeria anceps</i> Sacc. et Briard	<i>Populus alba</i> L.	Ветви
<i>Dicocum populinum</i> Ell. et Ev.	» » »	Листья
<i>Diplodia argentina</i> Speg.	<i>Zelkova hyrcanica</i> A. Grossh.	Ветви
<i>D. castaneae</i> Sacc.	<i>Castanea sativa</i> (L.) Mill.	»
<i>D. conigena</i> Desm.	<i>Pinus pinaster</i> Sol.	Хвоя
<i>D. elaeagni</i> Pass.	<i>Elaeagnus caspica</i> (D. Sosn.) Grossh.	Ветви
<i>D. juglandina</i> Oth.	<i>Juglans regia</i> L.	»
<i>D. lonicera</i> Fckl.	<i>Lonicera caucasica</i> Pall.	»
<i>D. macrostoma</i> Lev.	<i>Gleditschia triacanthos</i> L.	»
<i>D. microsporella</i> Sacc.	<i>Acer campestre</i> L., <i>Carpinus caucasica</i> A. Grossh.	»
<i>D. salicis</i> West.	<i>Carpinus caucasica</i> A. Grossh.	»
<i>D. sapinea</i> (Fr.) Fckl. var. <i>pinsapo</i> Brun.	<i>Pinus pinaster</i> Sol., <i>P. pinea</i> L.	Хвоя
<i>D. sp.</i>	<i>Diospyros lotus</i> L.	Ветви
<i>D. tephrostoma</i> Lev.	<i>Ulmus suberosa</i> Moench	»
<i>Botryodiplodia fraxini</i> (Fr.) Sacc.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	»
Споры с двумя и более поперечными перегородками — <i>Phaeophragmiae</i>		
<i>Melanomma pulvis pyrius</i> (Pers.) Fckl.	<i>Cornus mas</i> L.	Ветви
<i>Melanomma hippophaes</i> H. Fabre	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	»
<i>Trematosphaeria pertusa</i> (Pers.) Fckl.	<i>Alnus barbata</i> C. A. Mey.	»
<i>Monochaetia ampelophila</i> Speg.	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Листья
<i>Monochaetia monochaeta</i> Desm. var. <i>libertiana</i> Sacc.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	»
<i>Pestalotia abietina</i> Vogl.	<i>Pinus pinaster</i> Sol.	Хвоя
<i>P. conigena</i> Lev.	<i>P. laricio</i> Poir., <i>P. bruttia</i> Ten.	»
<i>P. junirea</i> Desm.	<i>P. Sabiniana</i> Dougl.	»
<i>P. lignicola</i> Cke.	<i>P. pinea</i> L.	»
<i>Hendersonia decipiens</i> Thüm.	<i>Cornus mas</i> L.	Листья
<i>H. ribi</i> (West.) Sacc.	<i>Rubus</i> sp.	»
<i>H. sarmentorum</i> West.	<i>Berberis iberica</i> Stev. et Fisch.	»
Споры с поперечными и продольными перегородками — <i>Phaeodictyae</i>		
<i>Alternaria leptotrichum</i> C. et E.	<i>Pinus pinea</i> L.	Хвоя
<i>Steganosporium periformis</i> (Hoffm.) Corda	<i>Acer velutinum</i> Boiss.	Ветви
<i>Camarosporium berberidis</i> Cooke	<i>Berberis iberica</i> Stev. et Fisch.	»
<i>Cam. elaeagnella</i> Fairn	<i>Elaeagnus caspica</i> (D. Sosn.) Grossh.	»

Таким образом, из 116 видов грибов, выявленных на древесно-кустарниковых породах в древостоях Яламинского лесхоза, 43 вида, или 37,1 %, имеют окрашенные споры. Представители этой группы грибов паразитируют в основном на листьях, хвое и ветвях. Значительный вред причиняют виды из рода *Pestalotia*, вызывая усыхание хвои и листьев. *Shaeropsis castaneae*, *Monochaetia monochaeta* v. *libertiana* в сильной степени поражают листья каштана съедобного. На пораженных листьях появляются многочисленные пятна, которые, сливаясь, занимают значительную часть листовой пластинки. Пораженные листья уже к середине лета засыхают и опадают, что приводит к нарушению физиологических процессов и ослаблению деревьев, особенно молодых.

Таблица 2

Грибы с бесцветными спорами

Вид грибов	Питающее растение	Субстрат
Споры одноклеточные — <i>Phaeosporae</i>		
<i>Uncinula fraxini</i> Miyake	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Листья
<i>Microstroma juglandis</i> Sacc.	<i>Juglans regia</i> L.	»
<i>Gloeosporium alnicola</i> Desm.	<i>Alnus barbata</i> C. A. Mey.	»
<i>G. carpini</i> (Lib.) Desm.	<i>Carpinus caucasica</i> A. Grossh.	»
<i>G. coryli</i> (Desm.) Sacc.	<i>Corylus avellana</i> L.	»
<i>G. quercinum</i> West.	<i>Quercus castaneifolia</i> C. A. Mey.	»
<i>Leptothyrium pinastri</i> Karst.	<i>Pinus pithyusa</i> Stev.	Хвоя
<i>L. vulgare</i> (Fr.) Sacc.	<i>Quercus castaneifolia</i> C. A. Mey.	Листья
<i>Leptostroma pinorum</i> Sacc.	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Хвоя
<i>L. pinastri</i> Desm.	<i>P. eldarica</i> Medw., <i>P. halepensis</i> Mill., <i>P. pithyusa</i> Stev., <i>P. Sabiniana</i> Dougl., <i>P. strobus</i> L.	»
<i>Pyrenochaetia berberidis</i> Brun.	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Ветви
<i>Phyllosticta acidis</i> Sacc.	<i>Populus tremula</i> L.	Листья
<i>Ph. alniparda</i> Oud.	<i>Alnus barbata</i> C. A. Mey.	»
<i>Ph. alni-glutinosa</i> Syd.	<i>Alnus barbata</i> C. A. Mey.	»
<i>Ph. crataegicola</i> Sacc.	<i>Crataegus pentagyna</i> W. et K.	»
<i>Ph. moricula</i> Ell. et Ev.	<i>Morus alba</i> L.	»
<i>Ph. nemoralis</i> Sacc.	<i>Evonimus verrucosa</i> Scop.	»
<i>Ph. nubecula</i> Pass.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	»
<i>Ph. populina</i> Sacc.	<i>Populus alba</i> L.	»
<i>Ph. pseudoplatani</i> Sacc.	<i>Acer negundo</i> L.	»
<i>Ph. quercus</i> Sacc. et Speg.	<i>Quercus longipes</i> Stev.	»
<i>Ph. tineola</i> Sacc.	<i>Viburnum opulus</i> L.	»
<i>Ph. ulmaria</i> Pass.	<i>Ulmus suberosa</i> Moench	»
<i>Phoma albovestita</i> Fairm.	<i>Juglans regia</i> L.	Ветви
<i>Ph. alnea</i> (Nke.) Sacc.	<i>Carpinus caucasica</i> A. Grossh.	»
<i>Ph. castanea</i> Peck.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	»
<i>Ph. cincta</i> B. et C.	<i>Ulmus suberosa</i> Moench	»
<i>Ph. corni</i> Fuck.	<i>Cornus mas</i> L.	»
<i>Ph. corni-suecicae</i> (Fr.) Sacc.	» » »	»
<i>Ph. cornicola</i> Dom.	» » »	Листья
<i>Ph. consocia</i> Bomm.	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Плоды
<i>Ph. diospyri</i> Sacc.	<i>Diospyros kaki</i> L.	Ветви
<i>Ph. eggutulata</i> Karst.	<i>Pinus Sabiniana</i> Dougl.	Хвоя
<i>Ph. elaeagneta</i> Cooke	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Плоды
<i>Ph. elaeagni</i> Sacc.	» » »	Ветви
<i>Ph. glandicola</i> (Desm.) Lev.	<i>Juniperus oblonga</i> M. B.	»
<i>Ph. gleditschiae</i> (Thüm.) Sacc.	<i>Gleditschia triacanthos</i> L.	»
<i>Ph. henningsii</i> Sacc.	<i>Acacia dealbata</i> Link.	»
<i>Ph. inaequales</i> Speg.	<i>Ulmus suberosa</i> Moench	»
<i>Ph. juglandis</i> (Preuss) Sacc.	<i>Juglans regia</i> L.	»
<i>Ph. malbranchei</i> Sacc.	<i>Ulmus scabra</i> Mill.	»
<i>Ph. oblonga</i> Desm.	<i>Zelkova hyrcanica</i> A. Grossh.	»
<i>Ph. pinicola</i> (Zopf.) Sacc.	<i>Pinus Sabiniana</i> Dougl.	Хвоя
<i>Ph. pinastri</i> (Oud.) Sacc.	<i>P. halepensis</i> Mill., <i>P. pithyusa</i> Stev.	»
<i>Ph. pithya</i> Sacc.	<i>P. pinaster</i> Sol., <i>Cedrus deodara</i> Loud., <i>P. halepensis</i> Mill.	»
<i>Ph. pittospori</i> Cke.	<i>P. halepensis</i> Mill.	»
<i>Ph. sordida</i> Dur. et Moench.	<i>Carpinus caucasica</i> A. Grossh.	Ветви
<i>Ph. thallina</i> Sacc.	<i>Cornus mas</i> L.	»
<i>Cytospora albiceps</i> Ell. et Kell.	<i>Juglans regia</i> L.	»
<i>C. fraxini</i> Delacr.	<i>Ulmus suberosa</i> Moench	»

Продолж. табл. 2

Вид грибов	Питающее растение	Субстрат
<i>Cytospora minuta</i> Thüm. <i>C. pinastri</i> Fr. <i>C. zelkova</i> Syd.	<i>Fraxinus excelsior</i> L. <i>Pinus brutia</i> Ten., <i>P. eldarica</i> Medw. <i>Zelkova hircanica</i> A. Grossh.	Ветви Хвоя Ветви
Споры с одной поперечной перегородкой — <i>Hyalodidymae</i>		
<i>Trichotecium candidum</i> Wallr. <i>Marssonina juglandis</i> (Lib.) P. Magn. <i>M. trunculata</i> Sacc. <i>Ascochyta tremulae</i> Thüm. <i>Diplodina salicis</i> West.	<i>Crataegus pentagyna</i> W. et K. <i>Juglans regia</i> L. <i>Acer negundo</i> L. <i>Populus alba</i> L. <i>Salix</i> sp.	Листья » » » Ветви
Споры с двумя и более поперечными перегородками — <i>Hyalophragmiae</i>		
<i>Stagonospora ulmifolia</i> (Pers.) Sacc.	<i>Ulmus suberosa</i> Moench	Листья
Споры с перегородками или без перегородок, нитевидные — <i>Scoleosporae</i>		
<i>Cercospora kaki</i> E. et Ev. <i>Libertella ulmicola</i> Dearn. <i>Cylindrosporium quercus</i> Sorok. <i>C. maculans</i> (Bereng.) Jacz. <i>Rhabdospora acantophila</i> Massal. <i>R. decorticata</i> Cke. <i>R. lentiformis</i> Schulz. et Sacc. <i>Septoria corni-moris</i> Sacc. <i>S. crataegi kikx</i> var. <i>crataegi monogynae</i> Sovol. et Sandu <i>S. lonicerae</i> Alesch. <i>S. populi</i> Desm. <i>Phlyctaena phomatella</i> Sacc. <i>Phl. pseudophoma</i> Sacc. <i>Lophodermium pinastri</i> Chev.	<i>Diospyros kaki</i> L. <i>Juglans regia</i> L. <i>Quercus iberica</i> Stev. <i>Morus nigra</i> L., <i>M. alba</i> L. <i>Castanea sativa</i> Mill. <i>Acacia dealbata</i> Link. <i>Fraxinus excelsior</i> L. <i>Cornus mas</i> L. <i>Crataegus pentagyna</i> W. et K. <i>Lonicera iberica</i> M. B. <i>Populus alba</i> L. <i>Ulmus suberosa</i> Moench <i>Parrotia persica</i> C. A. Mey. <i>Pinus halepensis</i> Mill., <i>P. ponderosa</i> Dougl.	Листья Ветви Листья » Ветви » » Листья » » » Ветви » Хвоя

Анализируя изложенный материал, видим, что большинство грибов относится к видам с бесцветными спорами — 73 вида, или 62,9 %. Это преимущественно паразиты на листьях, ветвях, хвое и плодах. Наиболее вредоносными, вызывающими преждевременное усыхание и опадение хвои, листьев и ветвей, являются: *Lophodermium pinastri*, *Leptothyrium pinastri*, *Gloeosporium alnicola*, *Phyllosticta moricula*, *Marssonina juglandis*, *Cercospora kaki*.

Пикниды грибов с бесцветными спорами, как и с окрашенными, формируются под эпидермисом и при созревании разрывают его. Они обычно тонкостенные, с широко раскрытым устьищем. Представители этой группы развиваются во все времена года, но преимущественно в позднелетний и осенне-зимний периоды. В это время собрано около 88 % грибов с хорошо сформированными пикнидами и зрелыми спорами.

Из 116 выявленных видов 18 паразитируют на соснах, произрастающих на коллекционном участке обследованного фитоценоза, заложенного АзербНИИЛХом. Из них 8 относятся к роду *Phoma*, 4 — *Pestalotia*, 3 — *Diplodia*, 2 — *Leptostroma*, 1 — *Lophodermium*. Однако виды родов *Leptostroma* и *Lophodermium* встречаются почти на всех видах сосен, тогда как представители других родов приурочены к определенному растению-хозяину.

Наряду со сбором гербарного материала (листья, ветви, хвоя и плоды), нами обследован лесной массив Яламинского лесхоза и установлено, что дубовые древостой всех возрастов усыхают, причем на некоторых участках интенсивность процесса достигает 60...80 %. Причиной усыхания дуба является сосудистый микоз, вызываемый грибом *Ophiostoma subanicum* с конидиальными стадиями *Grafium*, *Hyalodendron*, *Cephalosporium*, *Rhinotrichum*.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гусейнов Э. С. К микрофлоре кизила в лесах Азербайджана // ДАН АзербССР.— 1971.— № 4.— С. 41—44. [2]. Гусейнов Э. С. Мучнистая роса граба и бука в Азербайджане // Лесн. журн.— 1973.— № 1.— С. 164—165.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Гусейнов Э. С. Пикнидиальные грибы субтропических плодовых пород Азербайджана // Изв. АН АзербССР. Сер. биол. и с.-х. наук.— 1976.— № 3.— С. 30—33. [4]. Мехтиева Н. А. Материалы к микрофлоре Куба-Хачмасского

массива Азербайджана // Изв. АН АзербССР.— 1956.— № 12.— С. 117—131. [5]. Мехтиева Н. А. Виды грибов *Septoria* из северо-восточной части Азербайджанской ССР // Изв. АН АзербССР.— 1958.— № 6.— С. 103—106. [6]. Мехтиева Н. А. Материалы к изучению микофлоры Куба-Хачмасского массива Азербайджана // Изв. АН АзербССР.— 1959.— № 3.— С. 19—31.

УДК 691.11 : 674.038.6

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ СУХОГО И УВЛАЖНЕННОГО ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПРИ ИЗГИБЕ И СЖАТИИ

Н. Д. ДЕНЕШ, Ю. Ю. СЛАВИК
ЦНИИСК

Ряд исследователей [2, 4] показали, что высушивание древесины низкого качества, с большими сучками, не дает того увеличения прочности при изгибе, которое было получено на чистой древесине. Объясняли, что это происходит за счет появления трещин и внутренних напряжений в присучковой зоне [2]. Изучали прочность сухих образцов и сырых, не прошедших сушку. Сравнивали, таким образом, неравноценный по прочности материал.

При эксплуатации деревянной конструкции увлажнение древесины может произойти после образования усушечных трещин в процессе изготовления, транспортировки и монтажа. Поэтому необходимо оценить влияние увлажнения на прочность ранее высушенного пиломатериала и не только при изгибе, но и при других видах напряженного состояния, в частности, при сжатии вдоль волокон, так как элементы строительных конструкций чаще всего работают на сжатие с изгибом.

Для получения таких данных нами проведены испытания на продольное сжатие и изгиб на кромку. Так как конструкции рассчитывают по минимальному сопротивлению с обеспеченностью по минимуму 0,99, была поставлена цель сравнить прочность сухих и влажных образцов не только на уровне средних, но и на уровне минимальных значений с указанной обеспеченностью по минимуму.

Образцы (сечением 40 × 105, длиной 1 600 мм при изгибе и 200 мм при сжатии), изготовленные из 7 бревен ели длиной 4 м и диаметром в верхнем отрубе 28...30 см (рис. 1), прошли камерную сушку до 7...9 %, во время которой приобрели усушечные трещины (в сучках и по пласти) глубиной от 3 до 15 мм и длиной до 60 см. Затем образцы были профрезервованы и разделены на две группы, одну из которых увлажняли до стандартной влажности 12 %, а другую — до влажности 22...24 %. Все изгибаемые образцы имели сучки в растянутой зоне на средней трети длины (в основном по 2—4-му сортам); образцы, испытываемые на сжатие, были как с сучками (по 1- и 3-му сортам), так и без сучков.

Для обеспечения парности групп по прочности в каждую группу отбирали образцы с одинаковой прочностью чистой древесины и примерно одинаковым влиянием сучков. Для этого из каждого бревна половину образцов с одинаковым расположением по сечению (рис. 1) относили к одной группе, половину — к другой. Степень влияния сучков при изгибе характеризовали совокупным относительным размером сучков в растянутой зоне z [1], при сжатии — их сортообразующими размерами.

При изгибе нагрузку прикладывали в третях пролета, прогибы измеряли в зоне чистого изгиба. Размеры сечения образцов определяли дважды: при влажности 12 % и после увлажнения до 22 %. Прочность рассчитывали по размерам при стандартной влажности 12 %. Распределение прочности аппроксимировали кривыми Пирсона. Минимальные значения прочности определяли, для сравнения, у двух выборок разного качества: при изгибе — образцов 2—3-го сорта и 3—4-го сорта; при сжатии — образцов 2—3-го сорта и чистой древесины. Испытания показали следующее.

При увлажнении до 22 % средняя прочность образцов на изгиб у объединенной выборки снизилась на 13 % (табл. 1), тогда как уменьшение прочности малых чистых образцов ели при данном перепаде влажности составляет 31 % [3]. Средняя прочность на сжатие уменьшилась на 36...37 % независимо от наличия сучков. Примерно такое же снижение получено ранее на малых чистых образцах [3]. Модуль упругости E снизился на 13 %, что практически совпадает с результатом пересчета модуля упругости чистой древесины в зависимости от влажности по действующему стандарту. Из-за увеличения размеров сечения при набухании момент инерции I возрос в среднем на 10 %, поэтому жесткость образцов EI уменьшилась незначительно.

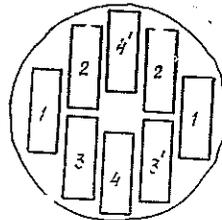


Рис. 1. Схема раскроя бревен на образцы

Таблица 1

Определяемые характеристики прочности	Влажность, %	Число образцов, шт.	Среднее арифметическое	Коэффициент вариации, %	Показатель точности опыта, %	Отношение средних при 22 и 12 % (m_B)
Предел прочности при изгибе, МПа	22	48	38,2	21,2	3,0	0,87
	12	48	44,1	29,9	4,3	
Модуль упругости, ГПа	22	48	10,1	22,9	3,3	0,87
	12	48	11,6	25,1	3,6	
Жесткость, ГПа · см ⁴	22	48	4 322	21,1	3,1	0,95
	12	48	4 609	25,8	3,7	
Предел прочности при сжатии, МПа, 3 сорт	22	28	23,6	13,5	2,7	0,63
	12	30	37,6	12,7	2,3	
То же, 1 сорт	22	18	26,1	11,9	2,8	0,64
	12	19	40,6	10,7	2,4	
То же, чистая древесина	22	13	29,2	9,8	2,6	0,63
	12	13	46,6	8,4	2,3	

Таблица 2

Влажность, %	Минимальный предел прочности, МПа			
	при изгибе		при сжатии	
	2-3-го сорта	3-4-го сорта	чистой древесины	3-го сорта
22	26,2	20,8	25,6	17,2
12	25,2	20,8	40,5	28,3

Минимальная прочность с обеспеченностью 0,99 у влажных образцов при изгибе не ниже, чем у сухих (табл. 2); при сжатии — ниже, чем у сухих, на 37...39 % (как у чистых образцов, так и у образцов с сучками), т. е. относительное снижение прочности примерно такое же, что и на уровне средних. Иллюстрацией этого служат интегральные кривые распределения прочности при изгибе и сжатии (рис. 2). Из рис. 2 а видно, что степень влияния влажности при изгибе зависит от прочно-

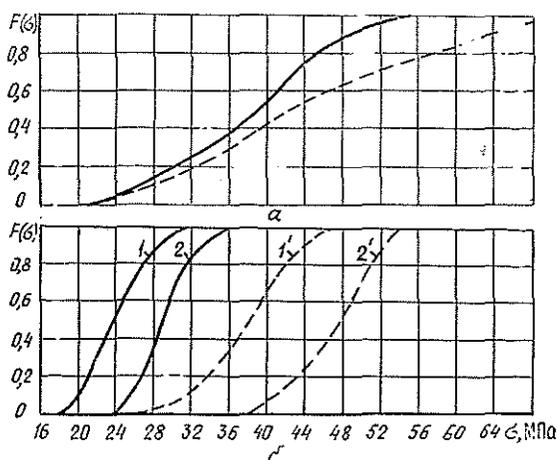
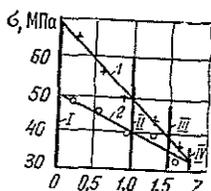


Рис. 2. Интегральные кривые распределения прочности: а — древесины 2-4-го сортов при изгибе; б — древесины 3-го сорта (1 и 1') и чистой древесины (2 и 2') при сжатии с влажностью 22...24 % (сплошные кривые) и 12 % (штриховые кривые)

сти образца. Поскольку прочность определяется, главным образом, размером сучков в прикромочной зоне, можно предположить, что степень влияния влажности связана с размером сучков.

Рис. 3. Зависимость предела прочности при изгибе σ от совокупного размера сучков z в прикромочной зоне для древесины ели с влажностью 12% (I) и 22... 24% (2); I — $m_v = 0,72$; II — 0,83; III — 0,93; IV — 1,0



На рис. 3 представлены графики зависимости средних значений предела прочности при изгибе от совокупного размера сучков для групп из 5—10 образцов. На основе данных по каждой группе образцов методом наименьших квадратов получены уравнения связи:

для влажной древесины

$$\sigma = 498,2 - 97,3z; \quad r = -0,7;$$

для сухой древесины

$$\sigma = 692,3 - 209,5z; \quad r = -0,62.$$

Из рис. 3 видно, что увеличение размера сучков в прикромочной зоне в большей степени снижает прочность сухой древесины, чем влажной, т. е. влияние сучков связано с влажностью. И наоборот, с увеличением размера сучков степень влияния влажности уменьшается.

Таким образом, результаты испытаний на изгиб подтвердили закономерность, отмеченную в работах [2, 4]: сопротивление изгибу прочных образцов снижается при увлажнении больше, чем образцов, ослабленных сучками. На уровне расчетных значений сопротивление сухих и увлажненных элементов из древесины 2—4-го сортов практически одинаково, что позволяет производить расчет изгибаемых элементов конструкций без учета влажности. Степень влияния влажности имеет обратную связь с размерами сучков в растянутой прикромочной зоне. Влияние влажности на сопротивление древесины сжатию вдоль волокон и на модуль упругости не зависит от размеров сучков, т. е. для расчета можно применять зависимости, найденные ранее для чистой древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Рюмина Е. Б. Прочность дощатых конструкций и ее зависимость от размеров и расположения пороков древесины: Дис... канд. техн. наук.— М., 1983. [2]. Савков Е. И. Прочность пиломатериалов.— М.: Гослесбумиздат, 1962. [3]. Третьяков А. Г. Исследование физико-механических свойств древесины ели // Тр. / ВИАМ.— Вып. 23. [4]. Madsen B. Recommended moisture adjustment factor for lumber stress // Canadian Journal of Civil Engineering.— 1982.— Vol. 9, N 4.

УДК 674.815-41:661.727.1

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ МЕТОДАМИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА, ВЫДЕЛЯЮЩЕГОСЯ ИЗ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В. М. БАЛАКИН, В. В. ГЛУХИХ, Н. И. КОРШУНОВА, Ю. Ю. ГОРБУНОВА,
Э. А. СОКОЛЬНИКОВ

Уральский лесотехнический институт

В мире разработано большое количество методов определения формальдегида, выделяющегося из древесностружечных плит (ДСП). У нас в стране стандартным методом определения выделяющегося из полимерных строительных материалов формальдегида является газоаналитический, известный в литературе также как эмиссионный и камерный [1]. Из-за длительности, трудоемкости и необходимости создания специальных камер этот метод не применяют на предприятиях-изготовителях ДСП; его используют преимущественно органы санитарного контроля Минздрава СССР и носит он инспекционный характер.

Для оперативного технологического контроля за выделением формальдегида из ДСП сразу после изготовления и в процессе выдержки на предприятиях-изготовителях

ДСП должен быть внедрен сравнительно быстрый, простой и адекватный метод определения формальдегида. За рубежом применяют перфораторный метод, являющийся стандартным для стран Европы, и метод WKI, разработанный в институте им. Вильгельма Клаудитца (ФРГ). В США и Японии также разработаны быстрые и простые способы определения выделяющегося из ДСП формальдегида, аналогичные WKI. Многообразие методов и отсутствие корреляции между ними затрудняют сопоставление полученных результатов. Одной из важных задач мы считаем отбор наиболее надежных методов и внедрение их для контроля на предприятиях-изготовителях ДСП, а также установление соотношения их с газоаналитическим методом.

Цель данной работы — исследовать разными методами выделение формальдегида из ДСП в зависимости от продолжительности выдержки плит после изготовления и установить корреляцию между результатами методов.

Для исследования с разных предприятий были взяты ДСП промышленного производства (марок П-2 и П-3), которые хранили в условиях лаборатории и перед изучением не кондиционировали. Определение выделяющегося формальдегида проводили следующими методами: газоаналитическим (Г), мг/м³, перфораторным (П), мг/100 г, методом WKI (W), мг/100 г.

Образцы ДСП газоаналитическим методом исследовали в Свердловской областной санитарно-эпидемиологической станции в камерах объемом 200 л с кратностью воздухообмена 0,5 в час при насыщенности объема камеры материалом 0,4 м²/м³ [2]. Определения перфораторным методом проводили на специальной установке согласно работе [4], количество выделившегося формальдегида вычисляли йодометрически. Методом WKI определяли выделение формальдегида за 24 ч при температуре $22,5 \pm 2,5$ °С, что исключает необходимость термостатирования. Количество поглощенного водой формальдегида в этих условиях определяли также йодометрически [5]. Для повышения надежности результатов вычисления газоаналитическим и перфораторным методами проведены двукратно, методом WKI — трехкратно. Для анализа полученных водных растворов каждый раз брали две параллельные пробы. Результаты обработаны методами математической статистики [3] и приведены в виде средних арифметических значений.

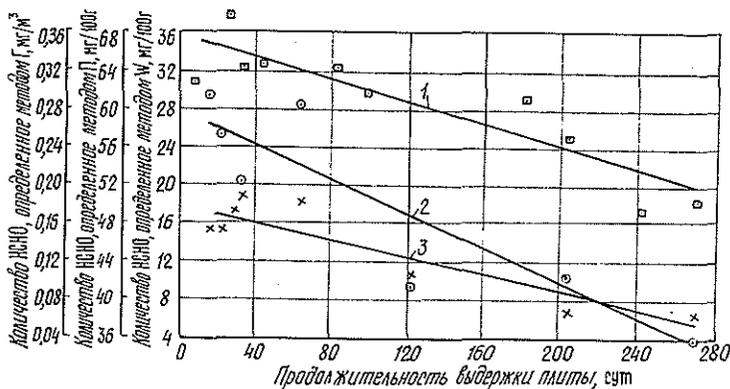


Рис. 1. Зависимость выделения формальдегида, определенного разными методами, от длительности выдержки плит: 1 — газоаналитический метод; 2 — перфораторный; 3 — метод WKI

На рис. 1 в качестве примера представлены поле корреляции и линейная зависимость выделения формальдегида от продолжительности выдержки после изготовления («возраста») одной из плит. С увеличением возраста плиты наблюдается уменьшение выделения формальдегида, определенного всеми методами. Этот процесс сильно зависит от многих факторов: плотности плиты, условий прессования, охлаждения и хранения плит. По-видимому, этим объясняется довольно большой разброс полученных экспериментальных данных. Наряду с общей тенденцией к снижению выделения формальдегида с увеличением времени выдержки иногда наблюдается его возрастание.

Обработкой экспериментальных данных по методу наименьших квадратов [3] получены следующие линейные зависимости:

$$Г = 0,356 - 0,0006\tau, \quad (r = -0,901);$$

$$П = 59,63 - 0,09\tau, \quad (r = -0,892);$$

$$W = 17,98 - 0,046\tau, \quad (r = -0,911),$$

где τ — продолжительность выдержки перед исследованием, сут.

Значения коэффициентов корреляции r подтверждают наличие линейной зависимости результатов анализов от длительности выдержки образцов ДСП. Это дает возможность сравнить результаты разных методов анализов между собой, используя образцы ДСП, полученные в различное время с разных предприятий.

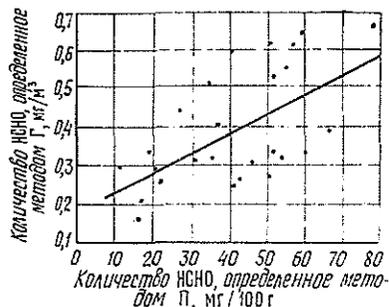


Рис. 2. Корреляция между результатами определения формальдегида газоаналитическим и перфораторным методами

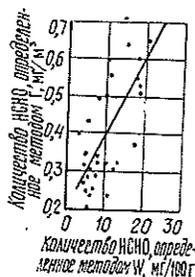


Рис. 3. Корреляция между результатами определения формальдегида газоаналитическим и методом WKI

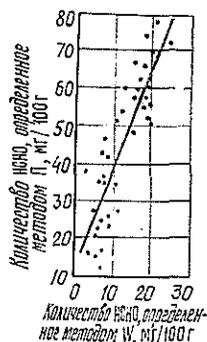


Рис. 4. Корреляция между результатами определения формальдегида перфораторным и методом WKI

На рис. 2—4 представлены поля корреляции между результатами определения формальдегида из плит методами Г, П, W. Линейные корреляционные зависимости можно описывать следующими уравнениями:

$$Г = 0,174 + 0,005П, \quad (r = 0,61);$$

$$Г = 0,21 + 0,0195W, \quad (r = 0,69);$$

$$П = 12,095 + 2,766W, \quad (r = 0,867).$$

Невысокие значения коэффициентов корреляции между результатами метода Г и методов W и П, по нашему мнению, отражают недостатки организации условий испытания образцов с привлечением газоаналитического метода, для которого не определены такие важные, влияющие на уровень выделения формальдегида из ДСП внешние параметры, как температура, относительная влажность воздуха, скорость воздухообмена в камере, условия подготовки образцов к испытаниям. Без регламентации этих показателей вряд ли можно получить надежную зависимость между результатами газоаналитического метода с другими.

Перфораторным методом определяют не фактическое выделение формальдегида, а его содержание в плите в данный момент. Но получаемые перфораторным методом значения могут служить надежными данными для определения ожидаемой интенсивности выделения формальдегида. Благодаря скорости получения результатов этот метод можно применять для контроля гигиенических качеств плит и для отражения технологических мероприятий, направленных на снижение выделения формальдегида.

Полученное значение коэффициента линейной корреляции ($r = 0,867$) между результатами определения формальдегида перфораторным методом и методом WKI (рис. 4) позволяет рекомендовать последний, наряду с перфораторным, для внедрения на предприятиях с целью проведения технологического контроля за выделением формальдегида из ДСП и определения соответствия их международным классам плит Е-2 и Е-3. К недостаткам метода WKI следует отнести длительность анализа и трудность применения этого метода для оценки токсичности плит класса Е-1.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 22648—77. Пластмассы. Методы определения гигиенических показателей.—Продлен до 01.07.88.—М.: Изд-во стандартов, 1980.—22 с. [2]. Методические указания по санитарно-гигиеническому контролю полимерных строительных материалов, предназначенных для применения в строительстве жилых и общественных зданий.—3-е изд.—М.: Минздрав СССР, 1980. [3]. Чарыков А. К. Математическая обработка результатов химического анализа.—Л.: Химия, 1984. [4]. European standard EN 120, 1982. Formaldehyde determination on particleboard—perforator Method. [5]. Roffael E. Praxisnahe Methode zur Bestimmung der Formaldehydabgabe harnstoffharzgebundener Spanplatten.—Holz-Zentralblatt.—1975.—N 101.—S. 1403—1404.

УДК 547.992.3

КАРБОНИЗАЦИЯ ЛИГНИНА В ПРОЦЕССЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО НАГРЕВА

Д. А. ПОНОМАРЕВ, С. В. ШЕРГИНА, И. М. ЛУКАШЕНКО,
Г. А. КАЛИНКЕВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия
Московская сельскохозяйственная академия

Данные по образованию летучих продуктов при термодеструкции лигнина необходимы для изучения как карбонизации лигнина, так и устойчивости древесных материалов к горению. Современные аналитические методы позволяют достаточно быстро определять состав сложной смеси продуктов пиролиза лигнина [5, 7]. Однако в работах, выполненных методом газожидкостной хроматографии, пиролиз предшествовал анализу, что исключало возможность определения температурных интервалов образования продуктов термодеструкции.

В настоящей работе применен метод пиролитической масс-спектрометрии [3], позволяющий одновременно производить пиролиз лигнина и анализ выделившихся газов. Образец лигнина ели, выделенного механическим размолом, массой ~ 10 мг загружали в кварцевую лодочку и помещали в пиролитическую ячейку, соединенную с масс-спектрометром МХ-1303. Нагрев производили со скоростью 10° в минуту, съемку спектров осуществляли через каждые 30°. Продукты пиролиза идентифицировали по пикам характеристических ионов. В продуктах пиролиза обнаружены H_2 (m/e 2), H_2O (10), CO_2 (44), CH_4 (16). Ароматические углеводороды и одноатомные алкилфенолы определяли как сумму интенсивностей пиков характеристических ионов m/e 77, 78, 91, 92 и m/e 94, 107, 108, 122 соответственно. Определить однозначно содержание оксида углерода не удалось, вероятно, из-за наложения пиков молекулярных ионов CO и N_2 .

Полученные данные представлены на рис. 1 и 2 в виде зависимостей соответствующих ионных токов от температуры.

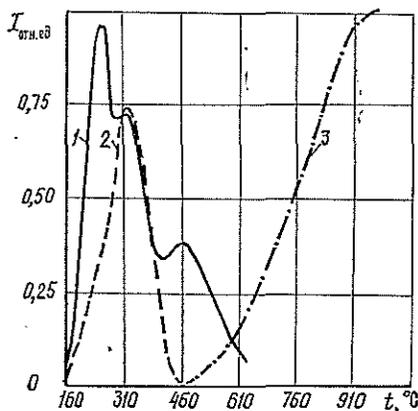


Рис. 1. Кривые выделения летучих продуктов пиролиза лигнина, выделенного механическим размолом: 1 — вода; 2 — диоксид углерода; 3 — водород

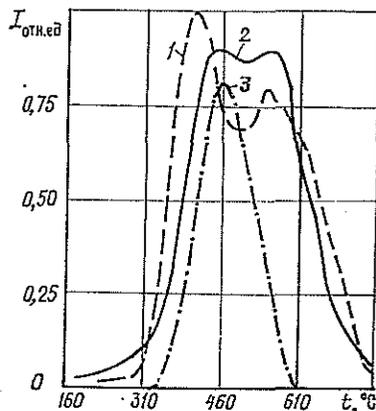


Рис. 2. Кривые выделения летучих продуктов пиролиза лигнина, выделенного механическим размолом: 1 — метан; 2 — ароматические углеводороды; 3 — фенолы

Из данных по выделению воды можно сделать вывод о наличии трех типов дегидратационных процессов, имеющих максимальную интенсивность при 250, 310 и 460 °С. Ранее [1] было установлено, что в области температур 150...260 °С резко снижается содержание алифатических гидроксильных групп в лигнине. На основании этих данных мы считаем, что первый пик на кривой выделения воды с максимумом 250 °С отвечает дегидратации за счет алифатических гидроксильных групп. Сравнивая

площадь рассматриваемого пика с общей площадью под кривой выделения воды, можно приблизительно оценить, что 40 % воды выделяется указанным образом. Второй и третий пики на кривой дегидратации отвечают конденсационным процессам. Размытая форма этих пиков указывает на то, что выделение воды при дальнейшей карбонизации лигнина идет за счет нескольких реакций, протекающих в достаточно широком интервале температур. После завершения выделения воды дальнейшая перестройка углеродного скелета в карбонизованном остатке связана с образованием ароматических структур за счет дегидрирования алифатических боковых цепей. Выделение водорода начинается при 550 °С и продолжается вплоть до 900 °С.

Известно, что в формуле лигнина Фрейденберга карбоксильной группы нет, однако некоторые авторы [4, 6] указывают на наличие этой группы в лигнине Бьеркмана, близкого по методу выделения к лигнину механического размола. При нагревании лигнина происходит декарбонилирование с выделением диоксида углерода. В методе пиролитической масс-спектрометрии пироллиз образца протекает в вакууме, следовательно, без кислорода воздуха, поэтому декарбонилирование — один из наиболее вероятных путей образования CO₂. Выделение диоксида углерода происходит в интервале 180...430 °С с одним максимумом при 310 °С.

Термическое расщепление метоксильной группы приводит к образованию метана и протекает, по нашим данным, с наибольшей скоростью при 430 °С. Ранее Вуори и Бреденбергом установлено [8], что расщепление простой эфирной связи в анизоле идет в интервале температур 350...400 °С. Термодеструкция алкилариловых эфиров должна одновременно приводить к образованию метана и фенолов. В нашем случае температура максимума выделения фенолов 460 °С близка к температуре максимума выделения метана. Второй максимум на кривой выделения метана не представляется возможным однозначно приписать какому-либо процессу.

Имеются сведения, что при термической деструкции анизола образуются ароматические углеводороды [2, 8]. В нашем случае ароматические углеводороды выделяются в интервале температур 310...730 °С с двумя плохо разрешенными максимумами при 430 и 550 °С. Первый максимум мы связываем с термодеструкцией алкилариловых эфиров и образованием ароматических углеводородов по радикальному механизму через ряд промежуточных продуктов. Второй максимум связан с глубокой перестройкой карбонизованного остатка и образованием ароматических структур.

Таким образом, выполненное нами исследование дает сведения об основных реакциях образования летучих продуктов при пироллизе лигнина и их температурных интервалах. Эти данные также косвенным путем позволяют глубже понять образование карбонизованного остатка в рассматриваемом процессе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Домбург Г. Э., Шарарова Т. Е. Процесс образования промежуточных структур при термических превращениях лигнинов // Химия древесины.—1978.— № 3.— С. 31—38. [2]. Кислицын А. Н., Савиных В. И., Латышева В. А. Исследование термораспада анизола // ЖПХ.—1972.—45, № 2.— С. 384—389. [3]. Хмельницкий Р. А., Лукашенко И. М., Бродский Е. С. Пиролитическая масс-спектрометрия высокомолекулярных соединений.—М.: Химия, 1980.— С. 280. [4]. Ekman K., Lindberg J. // Papperi ja Puu.—1960.—N 42.—P. 21. [5]. Fullerton T. J., Franich R. A. Lignin Analysis by Pyrolysis-GCMS // Holzforschung.—1983.—37.—P. 267—269. [6]. Marton J., Adler E. // Tappi.—1963.—N 46.—P. 92. [7]. Obst J. R. Analytical Pyrolysis of Hard wood and Softwood Lignins and its Use in Lignin-Type Determination of Hardwood Wessel Elements // Journ. of Wood Chemistry and Technology.—1983.—N 3(4).—P. 377—397. [8]. Vuori A., Bredenberg I. B. Thermolysis of Anisole // Finn. Chem. Lett.—1984.—N 94.—P. 89—94.

УДК 674.023.001.24

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД СОСТАВЛЕНИЯ И РАСЧЕТА ПОСТАВОВ НА ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ОДНОСЛОЙНЫХ ЩИТОВ ПАРКЕТА

Г. Н. БЕРСТЕНЕВА

Уральский лесотехнический институт

Для производства однослойных щитов паркета все шире используют тонкомерное и низкокачественное березовое сырье. Специализация цехов и предприятий на выпуск одного вида изделий, в частности, однослойных щитов паркета, приводит к необходимости выработки заготовок одного сечения для принятого к изготовлению вида щитов. В этом случае рационально производить раскрой бревен сразу на заготовки по двум схемам (рис. 1, а):

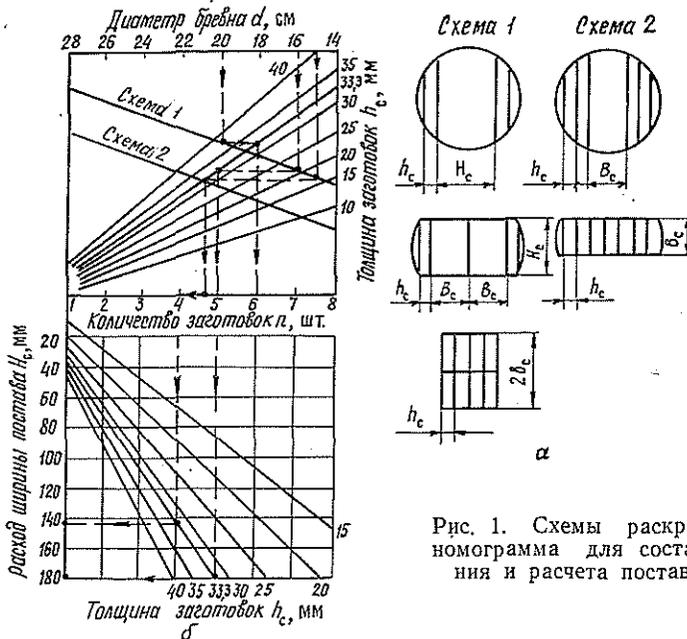


Рис. 1. Схемы раскря и номограмма для составления и расчета поставов

для бревен диаметром 22 см и менее формирование сечения заготовок выполнять за два прохода с выпилкой на первом проходе сердцевинной доски, толщина которой равна ширине заготовок B_c однослойного паркета (схема 2);

для бревен диаметром более 22 см — за три прохода с получением во втором проходе чистообрезного бруса и раскря его затем на заготовки заданной толщины h_c (схема 1).

При организации раскря бревен на пиломатериалы, толщины которых назначены с учетом параметров сечения будущих паркетных заготовок (h_c , B_c), важно установить их число в поставе n :

$$n = \frac{\{[d + S(L - l_{min})]^2 - B_c^2\}^{\frac{1}{2}} - m(B_c + P) + P}{h_c + P}, \quad (1)$$

где d — диаметр бревна в вершинном торце, см;

S — сбеж бревна, см/м;

L — длина бревна, м;

l_{min} — допустимая наименьшая длина крайних заготовок, м;

B_c — ширина сырых заготовок паркета, см;

h_c — толщина заготовок паркета, см;

m — число досок в поставе толщиной B_c , шт.;

P — ширина пропила, см.

Для оперативного составления и расчета поставов по предлагаемым схемам раскря разработаны номограммы, представленные на рис. 1—3.

Для схемы 2 по номограмме (рис. 1, б) определяют число боковых досок по толщине заготовок h_c за одной доской, толщина которой равна ширине паркетных заготовок B_c . Охват бревна поставом в этом случае устанавливают только на боковые доски. Для условий распиловки по схеме 1 номограмма дает возможность определить число досок одной толщины, соответствующей h_c в полном охвате диаметра бревна поставом с учетом выпилки заготовок на третьем проходе.

Обе схемы предполагают частичное получение необрезных досок за пластами брусьев на первом и втором проходах. Число заготовок из необрезных досок при определенном расходе ширины поставы на них находят по номограмме (рис. 2) в зависимости от условия их раскря — на толщину h_c или ширину B_c заготовки.

В схеме 1 ширина бруса H_c на первом проходе варьирует в зависимости от диаметра сырья и условий получения на втором проходе двух или трех четырехкантных брусьев. Рациональный размер бруса H_c для заданного сечения заготовок можно определить по номограмме (рис. 3).

Последовательное применение приведенных номограмм позволяет оперативно разрабатывать и рассчитывать поставы по группам диаметров сырья или в обратном по-

Рис. 2. Номограмма для раскроя необрезных досок постав на заготовки одного сечения

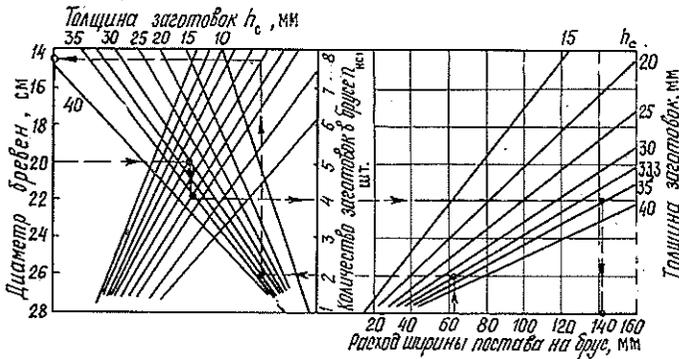
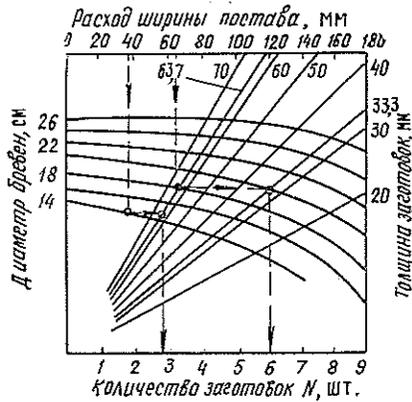


Рис. 3. Номограмма для определения рационального размера бруса и числа заготовок в бруссе

рядке устанавливать необходимые сортировочные группы сырья под задаваемый постав. Предлагаемый графоаналитический метод распространяется на способы раскроя, предполагающие выработку заготовок одного сечения, и позволяет решать задачи рациональной распиловки бревен на заготовки без ступенчатой их переработки в пиломатериалы.

УДК 621.7.015

АЛМАЗНОЕ ВЫГЛАЖИВАНИЕ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Н. В. АБАКУМОВ, В. П. БЫКОВ, В. Н. ПОТЕХИН,
В. В. ПОЧИНКОВ

Архангельский лесотехнический институт

Никелевые нержавеющие стали 10X17H13M2T и X18H9T, широко используемые на предприятиях ЦБП,— дорогие и дефицитные конструкционные материалы. Расход этих материалов можно уменьшить, повышая эксплуатационные свойства деталей целлюлозно-бумажного машиностроения, например, путем создания в процессе обработки поверхностей деталей с оптимальными параметрами, прежде всего, с оптимальной шероховатостью и физико-механическими свойствами поверхностного слоя. Наибольшие возможности в этом плане технолог получает при использовании прогрессивных методов отделочной обработки—разновидностей поверхностного пластического деформирования: обкатывания, виброобкатывания и алмазного выглаживания [2, 3].

В Архангельском лесотехническом институте было исследовано влияние условий алмазного выглаживания сталей 10X17H13M2T и X18H9T на твердость поверхностного слоя, шероховатость, степень и глубину наклепа; именно эти показатели качества

поверхностей в первую очередь влияют на работоспособность и износостойкость деталей.

Цилиндрические образцы сталей $\varnothing 60$ мм подвергали чистовому обтачиванию на режимах, обеспечивающих получение исходной шероховатости $R_a = 0,8 \dots 4,0$ мкм.

Выглаживание выполняли на токарно-винторезном станке 1К62 наконечниками из синтетических алмазов с $R_{сф} = 1 \dots 3$ мм, в качестве смазки использовали масло индустриальное 20, выглаживание проводили за один проход. В зависимости от целей исследований режимы обработки изменяли в пределах: усилие выглаживания $P_y = 100 \dots 600$ Н, продольная подача выглаживателя $S = 0,07 \dots 0,15$ мм/об, скорость обработки $v = 40 \dots 50$ м/мин.

Степень упрочнения металла наиболее просто и надежно находят по изменению его твердости. Твердость наклепанных слоев измеряли алмазной пирамидой на твердоммере Виккерса при нагрузке на индикатор 50 Н и выдержке 10 с. Глубину наклепанных слоев определяли методом косых срезов, микротвердость измеряли на приборе ПМТ-3. Измерения шероховатости поверхности выполняли на профилографе-профилометре мод. 201 завода «Калибр».

Результаты исследований стали 10Х17Н13М2Т представлены на рис. 1, 2, 3.

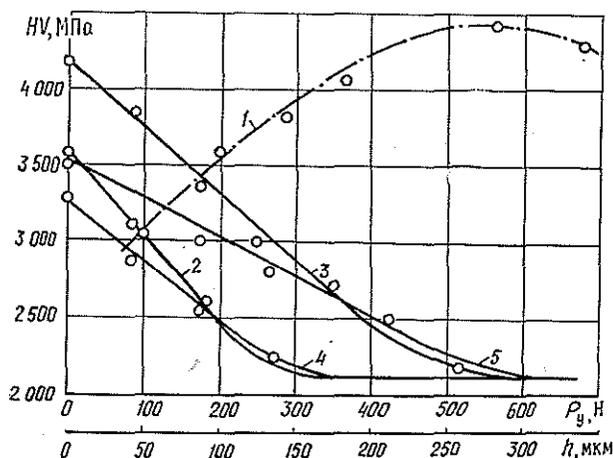


Рис. 1. Влияние усилия выглаживания P_y на изменение твердости поверхностного слоя и распределение микротвердости HV по глубине наклепного слоя (h) ($S = 0,07$ мм/об): 1 — изменение твердости поверхностного слоя при $R_{сф} = 1,5$ мм и $P_y = 100 \dots 600$ Н; 2, 3, 4, 5 — распределение микротвердости по глубине наклепного слоя: 2 и 3 — $R_{сф} = 1,0$ мм, $P_y = 100$ и 500 Н соответственно; 4 и 5 — $R_{сф} = 3,0$ мм, $P_y = 100$ и 500 Н соответственно

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать основные выводы.

1. Твердость выглаженной поверхности с увеличением усилия прижима наконечника возрастает, достигает своего максимума, а затем начинает снижаться (рис. 1). При этом в поверхностных слоях деталей могут возникнуть напряжения, приводящие к перенаклепу и шелушению металла.

2. Максимальное упрочнение каждого материала происходит при определенном (оптимальном) контактном давлении в зоне обработки. Увеличение радиуса алмаза или подачи выглаживателя снижает контактное давление и соответственно уменьшает упрочнение металла (рис. 2, 3). Снижение контактного давления может быть компенсировано увеличением нагрузки на алмаз.

3. Наибольшая глубина деформированного слоя достигается при наибольшем упрочнении поверхностных слоев (рис. 1).

4. Увеличение усилия выглаживания и радиуса деформирующего инструмента уменьшает, а увеличение подачи увеличивает высоту микронеровностей обработанной поверхности (рис. 2, 3).

Расчеты и результаты экспериментов показали, что наилучшие характеристики качества поверхности деталей из нержавеющей стали обеспечиваются при оптимальном значении усилия выглаживания, которое можно рассчитать в соответствии с рекомендациями работы [1].

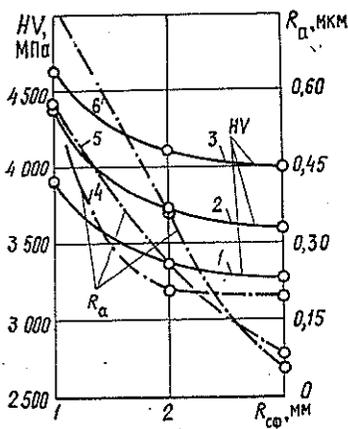


Рис. 2. Изменение твердости наклепанного слоя HV и шероховатости поверхности в зависимости от усилия выглаживания P_y и радиуса инструмента $R_{сф}$ ($S = 0,07$ мм/об): 1, 2, 3 — изменение твердости HV соответственно при $R_y = 200, 400, 600$ Н; 4, 5, 6 — изменение шероховатости соответственно при $P_y = 100, 300, 500$ Н

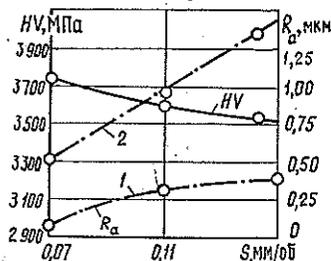


Рис. 3. Изменение твердости HV и шероховатости поверхности $R_{a\text{исх}}$ в зависимости от подачи и исходной шероховатости ($R_{сф} = 1,5$ мм, $P_y = 300$ Н): 1 — $R_{a\text{исх}} = 1 \dots 2$ мкм; 2 — $R_{a\text{исх}} = 3 \dots 4$ мкм

Положительное влияние на качество деталей и простота технологии позволяют рекомендовать алмазное выглаживание для отделочной обработки нержавеющей сталей.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Головань А. Я., Грановский Э. Г., Машков В. Н. Алмазное точение и выглаживание.— М.: Машиностроение, 1976.— 30 с. [2]. Рыжов Э. В. Технологические методы повышения износостойкости // Трение и износ.— 1980.— Т. 1, № 1.— С. 137—149. [3]. Рыжов Э. В., Суслев А. Г., Федоров В. П. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин.— М.: Машиностроение, 1979.— 176 с.

УДК 66.067.33

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРОВАНИЯ АСПИРАЦИОННОГО ВОЗДУХА

А. М. ГОЛУБЕВ, В. В. ПОСТНИКОВ
Воронежский лесотехнический институт

Настоящая статья — продолжение серии работ [1—3], посвященных исследованию основных параметров — гидравлического сопротивления и эффективности фильтрации — ряда тканей, используемых в деревообрабатывающей промышленности для очистки аспирационного воздуха. В данной работе изучали образцы следующих тканей: лавсан нетканый, бельтинг ТЛФ-5, стеклоткань ТСФР и чефер. Техника определения гидравлического сопротивления, обработки результатов измерения, а также фракционный состав используемой для экспериментов древесной пыли даны в работах [2, 3].

Как показано в работе [3], при анализе эффективности фильтрации той или иной ткани удобно пользоваться диаграммой, демонстрирующей, какая часть древесной пыли пропускается чистым (незапыленным) образцом ткани. Диаграммы такого типа рассмотрены и в настоящей работе.

Результаты измерений представлены на рис. 1 и 2.

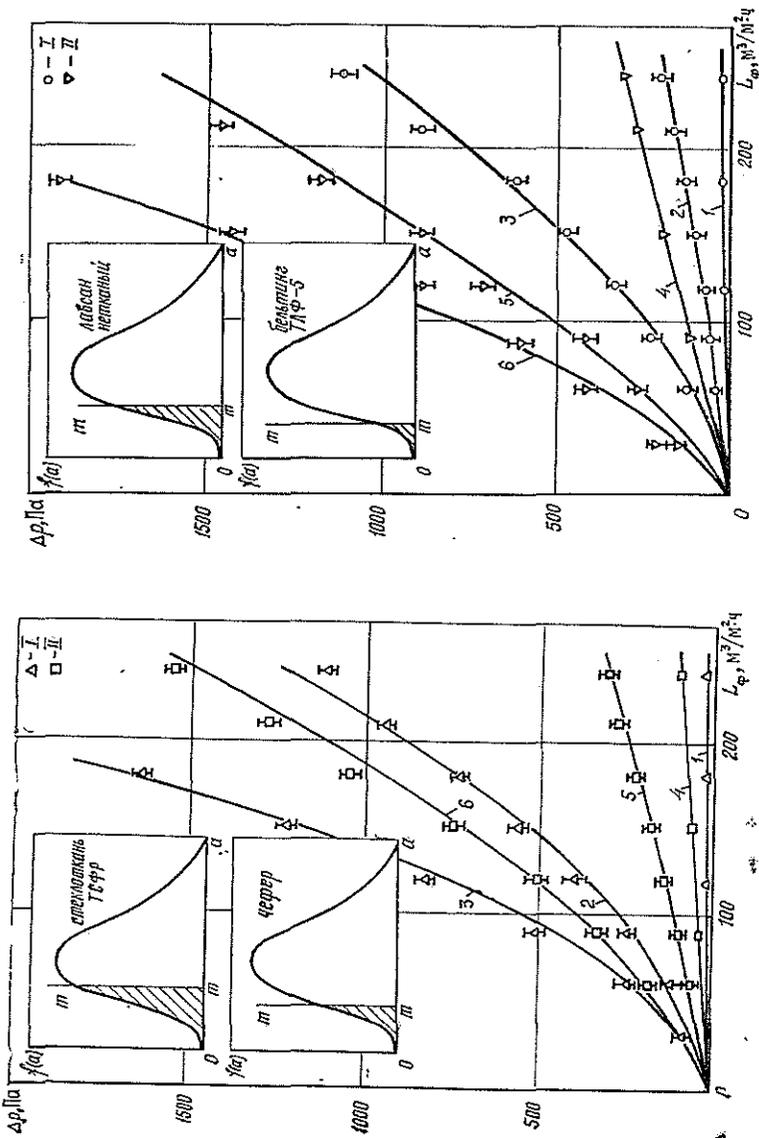


Рис. 1. Зависимость гидравлического сопротивления Δp от воздушной нагрузки L_{ϕ} для тканей: I — стеклоткань ТСФР; II — хлопок; кривая 2 — $\Delta p = 0,1L_{\phi}^{1,72}$; 3 — $0,1L_{\phi}^{1,88}$; 5 — $0,42L_{\phi}^{1,20}$; 6 — $0,42L_{\phi}^{1,49}$

Рис. 2. Зависимость гидравлического сопротивления Δp от нагрузки для тканей; I — лавсан нетканый; II — бельтинг ТЛФ-5; кривая 2 — $\Delta p = 0,15L_{\phi}^{1,30}$; 3 — $0,15L_{\phi}^{1,61}$; 5 — $1,325L_{\phi}^{1,30}$; 6 — $1,325L_{\phi}^{1,40}$

Как и в работе [2], экспериментальные зависимости гидравлического сопротивления от величины воздушной нагрузки Δp (L_{ϕ}) сравнивали с теоретически рассчитанными по эмпирической формуле [2]:

$$\Delta p = \alpha L_{\phi}^{\beta}, \quad (1)$$

где α — коэффициент, имеющий значение гидравлического сопротивления чистой (незапыленной) ткани при единичном значении воздушной нагрузки;
 β — параметр, значения которого, как показали эксперименты, могут меняться от 1 до 2; для чистых образцов тканей $\beta = 1$.

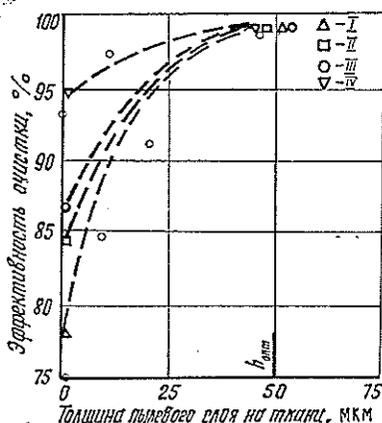
Как видно из рис. 1 и 2, экспериментальные значения хорошо совпадают с теоретически рассчитанными, что еще раз свидетельствует о целесообразности использования формулы (1) для описания зависимостей Δp (L_{ϕ}).

Как показал эксперимент, из четырех исследованных тканей наименьшее значение коэффициента α , равное 0,1, имеет образец стеклоткани ТСФР. Как было уже замечено раньше [2], низкие значения гидравлического сопротивления чистых образцов тканей коррелируют с низкой эффективностью фильтрации воздуха такими тканями. Не исключение из этого правила и ткань ТСФР (см. диаграмму для этой ткани на рис. 1). Однако по мере запыления эффективность очистки воздуха этой тканью су-

шественно возрастает (см. рис. 3), но это сопровождается резким возрастанием гидравлического сопротивления (кривая 3 на рис. 1).

Расчет показал, что запыленный образец (15-кратнозапыленный без последнего отряхивания) имеет максимальный из всех тканей параметр $\beta = 1,88$. Интересно отметить также, что последнее отряхивание весьма незначительно снижает величину β у этой ткани (параметр β остается большим, равным 1,72; кривая 2 на рис. 1). Такое поведение отличает стеклоткань ТСФР от других. Вероятнее всего, это связано с тем, что ткань ТСФР легко электризуется, притягивая к себе древесные частицы и не позволяя многим из них удаляться в результате отряхивания. После отряхивания на ткани остается достаточно толстый слой пыли, определяющий большие значения гидравлического сопротивления образца. Это обстоятельство необходимо, однако, проверить. И все же ткань, имеющую после запыления высокие значения гидравлического сопротивления, вряд ли целесообразно рекомендовать к использованию в стационарном фильтре. На рис. 1 приведены результаты исследований еще одной ткани — чефера. Несмотря на то, что чистый образец этой ткани имеет коэффициент $\alpha = 0,42$, т. е. более чем в 4 раза превышающий α для ткани ТСФР, ткань чефера больше подходит для использования в фильтре, поскольку, во-первых, характеризуется большим значением эффективности фильтрации (см. диаграмму для этой ткани на рис. 1, а также рис. 3), а во-вторых, после 15-кратного запыления с последним отряхиванием гидравлическое сопротивление чефера лишь незначительно возрастает ($\beta = 1,20$, кривая 5 на рис. 1), в то время как эффективность фильтрации достигает почти 100 %-ного значения (см. рис. 3). Для запыленного чефера без последнего отряхивания изменение $\Delta p (L\phi)$ происходит в соответствии с кривой 6 на рис. 1 ($\beta = 1,49$).

Рис. 3. Зависимость эффективности фильтрации от толщины пылевого слоя на ткани: I — стеклоткань ТСФР; II — чефер; III — лавсан нетканый; IV — бельтинг ТЛФ-5



Еще более подходящий, с точки зрения использования в стационарном фильтре, по нашему мнению, нетканый лавсан, экспериментальные данные для которого приведены на рис. 2 и 3. Несмотря на то, что эффективность фильтрации чистым образцом такой ткани сравнительно невелика (84...85 %, см. рис. 3; это связано с низким значением коэффициента $\alpha = 0,15$), такая ткань с пылевым монослоем (после 15-кратного запыления с последним отряхиванием) имеет незначительное гидравлическое сопротивление при высокой эффективности фильтрации (кривая 2 на рис. 2; рис. 3). Для успешного использования этой ткани необходимо следить, чтобы толщина пылевого слоя на ней чрезмерно не возрастала (это приводит к неоправданному повышению гидравлического сопротивления практически без изменения эффективности фильтрации — кривая 3 на рис. 2).

Что же касается ткани бельтинг ТЛФ-5, то, как видно из рис. 2, хотя она и отличается высокой эффективностью фильтрации, ее нецелесообразно рекомендовать к использованию в фильтрах, поскольку гидравлическое сопротивление даже слабозапыленных образцов этой ткани чрезвычайно велико.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Голубев А. М., Постников В. В. Научно-технический прогресс в лесной и деревообрабатывающей промышленности // Тез. республик. конф. — Киев, 1983.
 [2]. Голубев А. М., Постников В. В. Гидравлическое сопротивление некоторых фильтровальных тканей для очистки аспирационного воздуха // Лесн. журн. — 1984. — № 5. — С. 119—121. (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Голубев А. М., Постников В. В. Об эффективности фильтрации аспирационного воздуха деревообрабатывающих предприятий // Лесн. журн. — 1987. — № 5. — С. 75—78. (Изв. высш. учеб. заведений).

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 061.75

ШЕСТЬЕ СУКАЧЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

18 ноября 1987 г. в Москве состоялись очередные — шестые Сукачевские чтения, посвященные популяционным проблемам в биогеоценологии. Глубокие изменения, происшедшие в популяционной экологии в последние десятилетия, безусловно отражают расширение и укрепление контактов между науками, изучающими различные уровни и аспекты организации жизни в биосфере (особи, популяции, сообщества, биогеоценозы). Одним из перспективных направлений развития этих контактов является изучение популяций растений и животных как систем, взаимодействующих друг с другом в сообществах и биогеоценозе. Растительные и животные организмы, эволюционируя в разных направлениях и в то же время тесно взаимодействуя, обладают как общими, так и специфическими чертами на организменном и популяционном уровнях. Познание и анализ этих черт несомненно очень важны для дальнейшего развития теоретических концепций экологии.

Чтения были представлены тремя докладами, два из них посвящены популяционной жизни растений, один — популяциям животных.

В докладе чл.-кор. АН СССР И. А. Шилова «Принципы организации популяций у животных» было подчеркнуто, что популяция представляет собой биологическую систему надорганизменного уровня, обладающую специфическими функциями, структурой и комплексом механизмов, определяющих целостность и функциональную устойчивость системы на фоне динамичных условий ее существования. Рассматривая механизмы поддержания целостности популяций, следует иметь в виду их широкое биологическое значение: обеспечение популяционного гомеостаза лежит в основе поддержания устойчивого функционирования всего ряда взаимосвязанных биологических систем повышающейся интегрированности.

Основой устойчивого функционирования популяционных систем является их структурированность; в первую очередь — закономерное расположение особей и их группировок в пространстве (пространственная структура) и система взаимоотношений отдельных особей (этологическая структура). Пространственно-этологическая структура лежит в основе поддержания популяционного гомеостаза и постоянного осуществления общепопуляционных функций в условиях сложной и динамичной среды. При всем многообразии конкретных форм структуры можно схематично выделить два принципа ее построения. Один свойствен одиночно-семейным оседлым видам, интенсивно использующим ресурсы пространства, другой — видам, для которых характерен групповой кочующий образ жизни со слабой привязанностью к территории и экстенсивным ее использованием.

У животных с оседлым одиночно-семейным образом жизни принцип организации пространственной структуры популяций заключается в формировании системы индивидуальных участков обитания, используемых в течение длительного времени. Такой тип пространственной дифференциации особей обеспечивает рациональное использование ресурсов территории, долговременное пребывание на которой открывает ряд преимуществ, связанных с ее активным освоением. Большое значение имеет «знание» территории: в системе знакомых ориентиров обитатели участков быстро находят убежища от хищников и непогоды, что повышает вероятность выживания. Наиболее жесткая форма территориального поведения — активная защита участка, территориальная агрессия. Как правило, и тому есть экспериментальные подтверждения, территориальные схватки заканчиваются победой «хозяина», тогда как у «нарушителя», находящегося на незнакомой территории, доминирует ориентировочный рефлекс, легко перетекающий в бегство под влиянием агрессивных действий «хозяина».

Один из путей преодоления конкуренции — переход к кочующему образу жизни. Групповой образ жизни, при котором животные постоянно или периодически образуют стада или стаи, имеет свои биологические преимущества: более легкое обнаружение и добывание корма, раннее обнаружение хищников, возможность коллективной обороны и др. Элементарная единица популяции — это стадо (стая), имеющее собственную структуру как в виде закономерного расположения особей в пространстве, так и в форме взаимоотношений, обеспечивающих сохранение целостности группы при постоянных перемещениях ее в пространстве. В пределах рассматриваемого экологического типа животных пространственная и этологическая структура связаны в единое целое. Усложнение структуры стадных отношений открывает возможность более эффективного использования ресурсов среды на относительно небольшой территории, что

приводит к совмещению биологических выгод группового образа жизни с преимуществами обитания на хорошо освоенной территории.

Со структурой популяции связаны и циклы численности, характерные для многих видов животных. Причины циклических изменений численности многообразны — от прямого влияния факторов среды до сложных взаимодействий видов в биогеоценозах. Важно, что благодаря механизмам авторегуляции все эти воздействия трансформируются на уровне популяции в закономерные циклы, включающие не только динамику численности и плотности населения, но и адаптивные сдвиги в демографической структуре популяции, ее генетическом составе, интенсивности размножения.

Устойчивость популяций во времени и пространстве, их относительная самостоятельность и индивидуальность зависят от того, насколько структура и внутренние свойства популяции сохраняют свои приспособительные черты на фоне изменчивых условий жизни. Понимание принципов гомеостаза популяций как целостных биологических систем открывает широкие перспективы управления популяционными процессами в целях рационального использования биологических ресурсов, повышения продуктивности экономически важных видов, борьбы с вредителями, оздоровления природных очагов инфекций и т. д.

О взаимоотношении ценопопуляций растений в фитоценозах и их количественной оценке шла речь в докладе В. И. Василевича. Он отметил, что в настоящее время никто не может оспаривать, что внутри- и межвидовые отношения растений играют важную роль в определении состава, строения и количественных отношений между видами в большинстве растительных сообществ.

Сложность изучения взаимоотношений между растениями в естественных сообществах определяется рядом обстоятельств. Варьирование условий среды оказывает большое влияние на жизненность и обилие растений, как непосредственно, так и через изменение конкурентной способности видов. В пределах одного фитоценоза существует довольно значительное варьирование условий среды. В докладе была представлена концептуальная модель варьирования растительности, в которой объединены несколько компонент варьирования: общее, связанное с неоднородностью условий абиотической среды и случайное. Пока не существует методов выделения таких компонент, но это является одной из основных задач при исследовании растительности.

Докладчик подробно остановился на методах, позволяющих оценить количественно напряженность внутри- и межвидовых взаимоотношений у растений. Эти методы основываются на изменениях в фитоценозе, происходящих после снятия эдификатора, или на изменении веса и размеров растений в зависимости от расстояния между ними. Существующие методы изучения взаимоотношений между растениями можно подразделить на несколько групп, в каждой из которых должны быть свои методы количественной оценки напряженности отношений. Каждый из методов имеет свои сильные и слабые стороны и, соответственно, достоинства и ограничения в количественных оценках.

Прежде всего, необходимо рассматривать отдельно взаимоотношения между растениями естественных растительных сообществ и созданных в эксперименте. Результаты, полученные в естественных ценозах, вернее отражают обстановку, в которой виды произрастают длительное время. В естественных сообществах можно изучать взаимоотношения как экспериментальным путем, так и в ненарушенных сообществах, определяя взаимное расположение растений и изменение их веса и других показателей жизненности. Суть изучения взаимоотношений растений в искусственно созданных ценозах состоит в том, что возможно исследование одного или двух видов в заданных и выровненных условиях, а главное, вне влияния других видов.

Хорошо известно, что в результате конкуренции меняется не только масса растений, но происходит элиминация, т. е. сокращается численность ценопопуляции. Изменяется среднее расстояние между растениями и напряженность конкуренции. Изучение напряженности межвидовых отношений тесно связано с решением проблемы о степени различий экологических ниш разных видов растений, растущих в одном растительном сообществе.

В. И. Василевич отметил, что на интенсивность конкуренции между растениями оказывает влияние плотность распределения, соотношение численности видов и характер размещения растений по площади. В результате возникает большее число вариантов эксперимента, каждый из которых дает различающиеся показатели взаимоотношений одной и той же пары видов, а если учесть, что и экологические условия (удобрения, влажность и пр.) также влияют на напряженность конкуренции между видами, то становится ясным, что каждая оценка взаимоотношений в отдельном варианте — весьма относительная характеристика. Были предложены методы расчета суммарного воздействия внутри- и межвидовых отношений на распределение видов по площади фитоценоза и их жизненность.

В докладе Л. Б. Заугольной, Л. А. Жуковой и Н. И. Шориной был дан очерк современных представлений о популяционной жизни растений. В настоящее время популяционная биология растений привлекает к себе интересы широкого круга исследователей. Развитие этого раздела биологии интересно не только само по себе; оно способствует, с одной стороны, выявлению общебиологических закономерностей популяционного уровня, свойственных как растениям, так и животным, а с другой,

стимулирует совершенствование представлений о функциональной организации фитоценозов, как совокупностей популяций.

Главная цель популяционной биологии растений — установить закономерности популяционной жизни растительных видов в связи с процессами, определяющими строение и динамику фитоценозов. Популяционные исследования необходимы при решении прикладных задач по охране редких и исчезающих видов, организации мониторинга, реконструкции нарушенных сообществ, рациональному использованию хозяйственно важных растений и повышению продуктивности искусственных ценозов.

В настоящее время усилиями разных школ, как отечественных, так и зарубежных, убедительно показано, что популяции растений — сложные системы разновозрастных фенетически и генетически неоднородных особей, закономерно размещенных по площади ценоза.

Специфика растительных организмов накладывает отпечаток на структуру и динамику популяционных систем. Прикрепленность растений обуславливает относительно четкое разграничение популяционных единиц по территориальному признаку. Подавляющее большинство растений — автотрофные организмы, совокупность которых определяет первичную продуктивность и само существование биогеоценоза. Эти причины привели к тому, что элементарной единицей при изучении популяционной жизни растений оказалась ценопопуляция, или фитоценогическая ценопопуляция.

Для существования ценопопуляции первостепенное значение имеют такие показатели, как численность и плотность элементов, определяющие позицию вида в сообществе. Уровень плотности в ценопопуляции зависит от соотношения противоположно направленных процессов: рождаемости и смертности. В результате ограниченности ресурсов среды семенная продукция у растений выступает как альтернатива их вегетативного роста. Для количественной характеристики этих соотношений предложено понятие репродуктивного усилия, которое измеряется отношением массы репродуктивных органов к общей массе растения. Взаимосвязь вегетативной и репродуктивной массы достаточно сложна и в общем виде может быть выражена параболической кривой. Такая форма связи объясняется не только перераспределением ресурсов между органами, но и корреляциями формообразовательной деятельности меристем. Подвижность корреляций между вегетативным ростом и репродукцией весьма типична для растений и проявляется как в онтогенезе, так и под влиянием внешних условий.

Динамические процессы в ценопопуляциях определяются сочетанием экзо- и эндогенных факторов. В качестве одного из эндогенных факторов можно рассматривать развитие ценопопуляции от возникновения до полного отмирания. На определенном этапе развития ценопопуляции достигается равновесного состояния. Процессы одностороннего изменения ценопопуляций относятся к разряду сукцессий; параметром такой сукцессии может служить развитие ценопопуляции от инвазионного до регрессивного состояния. Обратимые изменения параметров ценопопуляций рассматриваются как флюктуации. Они свойственны всем видовым ценопопуляциям и проявляются в виде колебательных изменений плотности, возрастного спектра, мощности растений и продуктивности ценопопуляции. Флюктуации различаются по размаху варьирования признаков и периодичности.

Наряду с флюктуационным и сукцессионным типами динамики, выявляется промежуточный тип, который получил название циклической сукцессии, или волнообразно-флюктуационного. В этом случае в течение некоторого времени процесс развития ценопопуляции протекает однонаправленно, а затем повторяется новый цикл. Такой тип динамики наблюдается в популяциях ряда видов при условии локальных нарушений в ценозе в результате действия экологических, зоогенных и антропогенных факторов. Виды этого типа названы Т. А. Работновым (1984) экологическими и сукцессивными флюктуантами.

Достаточно часто динамические процессы в ценопопуляциях носят скрытый характер, т. е. динамика выражается в кругообороте поколений, а общая численность и возрастной спектр оказываются относительно стабильными.

Пространственное размещение элементов ценопопуляции направлено на достижение оптимальной плотности в условиях ценогической конкуренции. Пространственную структуру можно рассматривать как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Вертикальная структура тесно связана с размерами и возрастным состоянием растений. В качестве элементов горизонтальной структуры можно рассматривать ценопопуляционные локусы (субпопуляции), которые представляют собой любые участки ценопопуляции, при этом степень дискретности локусов может быть различной.

Между элементами, составляющими популяцию у растений, существуют взаимодействия, связанные с обменом генетическим материалом и веществом-энергетическим обменом. Выявление различных форм поливариантности развития у растений, наличие в одной ценопопуляции групп, отличающихся по набору признаков, исследование фенотипической и генетической структуры ценогических, локальных и географических популяций позволяет говорить о том, что специфика генетического обмена в ценопопуляциях может иметь существенное адаптивное значение. В процессе веществом-энергетического обмена происходит распределение органических ресурсов между элементами ценопопуляции, что приводит к взаимозависимым изменениям различных популяционных показателей.

В результате таких внутривидовых связей осуществляется регуляция ценопопуляции как системы. Процессы регуляции в одновидовых сообществах растений связаны прежде всего с тем, что плотность популяции в условиях конкурентного взаимодействия способна изменять другие параметры этой системы. Плотность влияет на интенсивность роста растений и соотношение органов, распределение ассимилятов, идущих на образование разных органов растений, скорость развития растений и, соответственно, длительность жизни. Популяция в значительном диапазоне плотности сохраняет стабильность такого важного параметра, как биомасса, созданная за период роста. Регуляторные возможности популяций у растений проявляются в процессе их возрастного развития, который сопровождается увеличением размера растений, элиминацией наиболее слабых особей и общим снижением плотности.

Функциональная структура любой биологической системы включает связи не только внутрисистемные, но и определяющие взаимодействия системы с внешней средой. Для ценопопуляции такой средой оказывается обстановка эко- и биотопа, в совокупности характеризующая количественный уровень популяционных показателей.

Своеобразной интеграцией всех знаний о популяционной жизни растений можно считать представление о типах стратегии (поведения), как совокупности приспособлений вида, обеспечивающих ему возможность обитать совместно с другими организмами и занимать определенное положение в соответствующем ценозе. Тип стратегии видов важно знать для разработки методов реконструкции нарушенных ценозов, рациональной эксплуатации сообществ, репатриации редких видов растений.

Н. К. Остроумова

Институт биологии развития АН СССР

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е. С. Романов</i> , От количества к качеству	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>М. И. Калинин, О. З. Яцюк</i> , Влияние обрезки корней на рост и развитие сеянцев дуба красного	5
<i>Б. П. Чураков</i> , Влияние фитопатогенных грибов на дифференциацию деревьев сосны обыкновенной	7
<i>С. В. Тетюхин</i> , Объемы стволов лиственницы даурской Магаданской области . .	11
<i>Г. С. Тугугин</i> , Комплексный химический уход за культурами ели в условиях таежной зоны	15
<i>В. Р. Карамышев, В. Я. Чинарев</i> , Динамика перегрузки рабочих органов лесохозяйственных машин с двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой	18
<i>Т. В. Лубова, И. В. Бочаров</i> , Закономерности распределения и варьирования массы ягод клюквы (<i>Oxycoccus quadripetalus</i> Gilib.)	22
<i>Н. Ю. Подмарьков, А. В. Ивашов</i> , Некоторые вопросы биологии и экологии <i>Cyclogastrella deplanata</i> Nees	25

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>С. И. Морозов</i> , О методике определения удерживающей силы противоугольных средств	28
<i>А. В. Пугухин, П. А. Малинин, В. Н. Шиловский, В. А. Анасьев</i> , Исследование надежности балансиров лесных машин	34
<i>Р. Л. Коровкин</i> , О расчете оснований kolejных покрытий из железобетонных плит	37
<i>В. К. Хегай</i> , Об одной задаче определения ударно-динамических нагрузок при пакетировании деревьев на машину	43
<i>В. Я. Харитонов, С. В. Посыпанов</i> , Обоснование геометрических параметров размолевочных машин пропускного типа	47
<i>Г. Ф. Храпцов, О. Л. Храпцова</i> , О взаимосвязи колебаний звеньев лесовозного автомобильного поезда	52

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>В. М. Хрулев, М. А. Токтогожаев</i> , Химическая стойкость натуральной и модифицированной древесины	56
<i>А. Н. Кириллов, С. Л. Ковальчук</i> , Изучение процесса запрессовки и разрушения зубчатых соединений методом акустической эмиссии	59
<i>Б. А. Веселкова, В. И. Веселков, А. Ф. Селезнев</i> , Влияние горизонтального смещения пильных шкивов на устойчивость работы ленточных пил	63
<i>В. Б. Кунтыш, И. В. Юркин</i> , Исследование энергетической эффективности мало-рядных шахматных пучков из оребренных труб	67
<i>Т. А. Дубинина, А. Н. Климов, Ю. Н. Стрижев</i> , Планирование экспериментов по исследованию работы лущильного станка	71
<i>Б. И. Кошуняев</i> , Моделирование интенсивного использования сырья в лесопилении	75

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Т. А. Туманова, В. А. Часовенная</i> , Разделение и идентификация кислой фракции отработанных отбельных растворов	81
<i>К. Г. Боголицын, Л. В. Гусаков, Л. Н. Парфенова, О. П. Орлова</i> , Механизм автоокисления в водных растворах сульфита и пиросульфита натрия . . .	84

П. Ф. Валендо. Проклейка бумаги парафиновыми дисперсиями в нейтрально-щелочной среде	88
Л. Ф. Пожидаева, М. А. Зильберлейт, Н. В. Лазуренко, В. К. Шумейко, Л. А. Боровская. Применение перуксусной целлюлозы в специальных видах бумаги	91
В. Н. Нелеин, И. А. Плотников, В. С. Симонов, Р. Ф. Валеев. Характеристика прочности волокнистых полуфабрикатов с помощью их структурно-физических параметров	94

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Г. С. Лобовиков, А. В. Чаженгин. К вопросу об экономической оценке отказов лесозаготовительной техники	97
Е. С. Романов. Об оптимизации производственных мощностей лесозаготовительных предприятий	100
В. М. Кожин, В. А. Кондратьев. Эффективность ресурсосбережения в лесозаготовительных предприятиях	105
В. С. Костенко. Модель сети обмена данными АСУ лесопромышленным объединением	108

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

М. Н. Прокопьев, М. В. Rogozin. Создание культур сосны биогруппами из двух растений	114
П. И. Войчал, А. И. Барабин. Распределение урожая шишек по категориям деревьев в северных ельниках	115
Н. Е. Каныгина. Грибы, поражающие листья, побеги, ветви и хвою древесно-кустарниковых пород Яламинского лесхоза Азербайджанской ССР	117
Н. Д. Денеш, Ю. Ю. Славик. Сравнительное исследование прочности и жесткости сухого увлажненного пиломатериалов при изгибе и сжатии	121
В. М. Балакин, В. В. Глухих, Н. И. Коршунова, Ю. Ю. Горбунова, З. А. Сокольников. Корреляция между методами определения формальдегида, выделяющегося из древесностружечных плит	123
Д. А. Пономарев, С. В. Шергина, И. М. Лукашенко, Г. А. Калинин. Карбонизация лигнина в процессе программируемого нагрева	126
Г. Н. Берстенева. Графоаналитический метод составления и расчета поставок на заготовки для однослойных щитов паркета	127
Н. В. Абакумов, В. П. Быков, В. Н. Потехин, В. В. Починков. Алмазное выглаживание нержавеющей сталей	129
А. М. Голубев, В. В. Постников. Об эффективности фильтрования аспирационного воздуха	131

ИСТОРИЯ НАУКИ

Н. К. Остроумова. Шестые Сукачевские чтения	134
Рефераты	142

CONTENTS

<i>E. S. Romanov</i> . From Quantity to Quality	3
---	---

FORESTRY

<i>M. I. Kalinin, O. Z. Yatsyuk</i> . Influence of Cutting of Roots Growth and Development of Red Oak Seedlings	5
<i>B. P. Churakov</i> . Influence of Phytopathogen Fungi on Differentiation of Common Pine Trees	7
<i>S. V. Tetyukhin</i> . On Stem Volumes of Daur Larch in Magadan Region	11
<i>G. S. Tutygin</i> . Combined Chemical Treatment of Pine Cultures under Taiga Zone Conditions	15
<i>V. R. Karamyshev, V. Ya. Chinarev</i> . Dynamics of Overlodging of Forestry Machines with Two-Flow Friction Safety Clutch	18
<i>T. V. Lubova, I. V. Bocharov</i> . Regularities of Distribution and Variation of Cranberry Mass (<i>Oxycoccus quadripetalus</i> Gilib.)	22
<i>N. Yu. Podmarkov, A. V. Ivashov</i> . Some Issues of Biology and Ecology <i>Cyclogastrella veplanata</i> Nees	25

FOREST EXPLOITATION

<i>S. I. Morozov</i> . On Methods of Determination of Anticreepers' Restraining Force	28
<i>A. V. Pitykhin, P. A. Malinen, V. N. Shilovsky, V. A. Anastev</i> . Investigation of Balance Beams Reliability of Forest Machines	34
<i>R. L. Korovkin</i> . On Calculation of Track Reinforced Concrete Covering Base	37
<i>V. K. Khegay</i> . On Problem of Impact Load Determination while Packaging Trees on Vehicle	43
<i>V. Ya. Kharitonov, S. V. Posypanov</i> . Substantiation of Geometrical Parameters of Unbundling Through-Put Machines	47
<i>G. F. Khramsov, O. L. Khramtsova</i> . On Oscillations Interdependence of Logging Autotrains Links	52

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

<i>V. M. Khrulev, M. A. Toktogozaev</i> . Natural Modified Wood Chemical Stability	56
<i>A. N. Kirillov, S. L. Kovalchuk</i> . Investigation of Pressing and Destroying of Finger Joints Using Acoustic Emissions	59
<i>B. A. Veselkova, V. I. Veselkov, A. F. Seleznev</i> . Influence of Horizontal Pulley Offset on Operation Stability of Band Saws	63
<i>V. B. Kuntysh, I. V. Yurkin</i> . Investigation of Energy Efficiency of Small-Row Staggered Ribbed Banks	67
<i>T. A. Dubinina, A. N. Klimov, Yu. N. Strizhev</i> . Design of Experiments on Investigation of Veneer-Cutting Lathe Operation	71
<i>B. I. Koshunyaev</i> . Modelling of Intensive Using of Raw wood in Sawmilling	75

CHEMICAL WOODWORKING

<i>T. A. Tumanova, V. A. Chasovennay</i> . Separation and Identification of Acid Fractions of Waste Bleaching Liquors	81
---	----

<i>K. G. Bogolitsyn, L. V. Gusakov, L. N. Parfenova, O. P. Orlova.</i> Mechanism of Autoxidation in Sodium Sulphite and Pyrosulphite Aqueous Solutions . . .	84
<i>P. F. Valendo.</i> Paraffin Wax Disperse Sizing in Neutral Alkaline Medium . . .	88
<i>L. F. Pozhidaeva, M. A. Zilbergleit, N. V. Lazurenko, V. K. Shumeiko, L. A. Borovskaya.</i> Using of Pyroligneous Acid Pulp for Making Special Kinds of Paper . . .	91
<i>V. N. Nepein, I. A. Plotnikov, V. S. Simonov, R. F. Valeev.</i> Characteristic of Wood Pulp Durability with their Structural and Physical Parameters . . .	94

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>T. S. Lobovikov, A. V. Chazhengin.</i> On Evaluation of Forest Machines Failures	97
<i>E. S. Romanov.</i> On Optimization of Production Capacities of Logging Enterprises . . .	100
<i>V. M. Kozhin, V. A. Kondratyuk.</i> Effectiveness of Resource Economy in Logging Enterprises . . .	105
<i>V. S. Kostenko.</i> A Model of Data Exchange Network by Automatic Control System of Wood Enterprise . . .	108

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>M. N. Prokopiev, M. V. Rogozin.</i> Creation of Pine Cultures by Two-Plants Blogroups . . .	114
<i>P. I. Voichal, A. I. Barabin.</i> Distribution of Cone Yield according to Classes of Trees in Northern Spruce Forests . . .	115
<i>N. E. Kanygina.</i> Fungi, Affecting Leaves, Shoots, Branches and Needles of Woody-Shrubby Species the Yalminsk Forestry of the Azerbaigan SSR	117
<i>N. D. Denesh, Yu. Yu. Slavik.</i> Comparative Analysis of Strength and Stiffness of Dry Moistened Lumber in Bending and Compression . . .	121
<i>V. M. Balakin, V. V. Glukhikh, N. I. Korshunova, Yu. Yu. Gorbunova, Z. A. Sokolnikov.</i> Correlation between Methods of Determination of Formaldehyde Isolated from Particle Boards . . .	123
<i>D. A. Ponomarev, S. V. Shergina, I. M. Lukashenko, G. A. Kalinkevich.</i> Carbonization of Lignin in Programmed Heating . . .	129
<i>G. N. Beresteneva.</i> Graphoanalytical Methods of Formation and Calculation of Blade Frame Saws for Parquet Single-Ply Panel Blanks . . .	127
<i>N. V. Abakumov, V. P. Bykov, V. N. Potekhin, V. V. Pochinkov.</i> Diamond Bur-nishing of Stainless Steel . . .	129
<i>A. M. Golubev, V. V. Postnikov.</i> On Efficiency of Filter Aspirated Air . . .	131

FROM HISTORY OF SCIENCE

<i>N. K. Ostroumova.</i> The Sixth Sukhachevsky Readings . . .	134
Precis . . .	142

РЕФЕРАТЫ:

От количества к качеству. РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 3—4.

УДК 630*232.326.1

Влияние обрезки корней на рост и развитие сеянцев дуба красного. КАЛИНИН М. И., ЯЦЮК О. З. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 5—7.

Показано, что подрезка корней снижает рост сеянцев, однако увеличивается полевое участие массы корней в общей массе растений. Этим обеспечивается более благоприятное соотношение подземной и надземной части сеянцев и повышение их приживаемости при пересадке. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*443.3

Влияние фитопатогенных грибов на дифференциацию деревьев сосны обыкновенной. Б. П. ЧУРАКОВ. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 7—10.

Отмечена неодинаковая устойчивость деревьев, дифференцированных по классам роста, против фитопатогенных грибов с различным уровнем паразитизма. Деревья высших классов Крафта сильнее поражаются смоляным раком, низших — сосновой и особенно корневой губкой. Поражение грибами приводит к усилению естественной дифференциации деревьев. Направление такого влияния зависит от уровня паразитизма грибов. Табл. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630*524

Объемы стволов лиственницы даурской Магаданской области. ТЕТЮХИН С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 11—15.

Изложена методика составления таблицы разрядов высот и объемов стволов. Установлено закономерное изменение видовых чисел по разрядам высот. По материалам проверки таблицы систематическая ошибка составила —0,03%, средняя квадратичная —±3,15%. Ил. 2. Табл. 5. Библиогр. список: 1 назв.

УДК 630*236:632.954

Комплексный химический уход за культурами ели в условиях таежной зоны. ТУТЫГИН Г. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 15—18.

Проанализированы данные двухлетних наблюдений за изменением надземной фитомассы сорной травянистой растительности и ростом культур ели под влиянием комплексного химического ухода. Сделан вывод о положительном влиянии совместного внесения нитроаммофоски и гербицидов на состояние и рост культур. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.825:630*65.011.54

Динамика перегрузки рабочих органов лесохозяйственных машин с двухпоточной фрикционной предохранительной муфтой. КАРАМЫШЕВ В. Р., ЧИНАРЕВ В. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 18—22.

Исследован процесс перегрузки рабочих органов лесохозяйственных машин, защищенных конусными двухпоточными фрикционными предохранительными муфтами. Получены зависимости для определения максимальных динамических нагрузок, возникающих в уп-

ругих звеньях лесохозяйственных машин при срабатывании предохранительной муфты, которые согласуются с экспериментальными данными. Ил. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*892.2

Закономерности распределения и варьирования массы ягод клюквы. (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.). ЛУБОВА Т. В., БОЧАРОВ И. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 22—25.

Выявлены закономерности распределения и варьирования массы ягод клюквы. Предложен метод оценки заготовленной клюквы. Разработаны нормативы числа взвешиваний при выборочно-измерительном способе учета ее урожайности. Ил. 1. Табл. 4.

УДК 595.792:591.557

Некоторые вопросы биологии и экологии. *Cyclogastrella deplanata* Neos. ПОДМАРЬКОВ Н. Ю., ИВАШОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 25—27.

Рассмотрен жизненный цикл паразита зеленой дубовой листовертки в Горном Крыму. Зараженность куколок листовертки колебалась от 1,3 до 39%. Отмечена положительная корреляция между числом вылетевших паразитов и размерами куколок листовертки, а также отрицательная связь между числом вылетевших паразитов и долей самок среди них. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 625.143.58

О методике определения удерживающей силы противоугольных средств. МОРОЗОВ С. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 28—33.

Удерживающая сила противоугольных средств для звеньевого пути определена с учетом нелинейных свойств основания сопротивление перемещения рельсов. Для случая прокатывания по звену одиночной оси и системы из двух осей определено значение усилия, передаваемого на противоугольные средства, при раздельном действии изгиба рельса и продольных сил, а также при их совместном влиянии. Ил. 2. Табл. 4. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.828.3:62-192

Исследование надежности балансиров лесных машин. ПИТУХИН А. В., МАЛИНЕН П. А., ШИЛОВСКИЙ В. Н., АНАСЬЕВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 34—37.

Изложена методика определения причин отказов балансиров лесных машин на базе тракторов ОТЗ. Приведены результаты испытаний на ударную вязкость, твердость и растяжение, даны рекомендации по увеличению надежности. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 625.843.001.24

О расчете оснований kolejных покрытий из железобетонных плит. КОРОВКИН Р. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 37—43.

Приведены теоретические выкладки о применении различных моделей затухания в грунтах при расчете kolejных покрытий из железобетонных плит. Данные расчетов по всем моделям сопоставлены с опытом. Ил. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*323.13:629.11.012.816

Об одной задаче определения ударно-динамических нагрузок при пакетировании древесины на машину. ХЕГАЙ В. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 43—47.

Рассмотрен вопрос об определении ударно-динамических нагрузок, передающихся на корпус ВПМ при пакетировании деревьев. Разобран случай с нелинейным амортизатором приемного устройства. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*378.45

Обоснование геометрических параметров размолевочных машин пропускного типа. ХАРИТОНОВ В. Я., ПОСЫПАНОВ С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 47—52.

Даны рекомендации по сокращению габаритов размолевочных машин пропускного типа. Предложена методика определения геометрических параметров этих машин. Приведена номограмма для подбора оптимальной длины толякоулавливающего поддона. Ил. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 629.11.012.814:630*375.5

О взаимосвязи колебаний звеньев лесовозного автомобильного поезда. ХРАМЦОВ Г. Ф., ХРАМЦОВА О. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 52—55.

Дано аналитическое определение коэффициента распределения масс пакетов хлыстов, уложенных на коники лесовозного автомобильного поезда. Представлены результаты исследования. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.048.021:678.026.2

Химическая стойкость натуральной и модифицированной древесины. ХРУЛЕВ В. М., ТОКТОГОЖАЕВ М. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 56—59.

Обоснована необходимость подбора специальных модификаторов, способных повышать химическую стойкость модифицированной древесины под нагрузкой по сравнению с натуральной. Ил. 1. Библиогр. список: 13 назв.

УДК 624.011:620.179.16

Изучение процесса запрессовки и разрушения зубчатых соединений методом акустической эмиссии. КИРИЛЛОВ А. Н., КОВАЛЬЧУК С. Л. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 59—63.

Изучены параметры акустической эмиссии, возникающей в процессе запрессовки зубчатых соединений, а также возможность использования метода акустической эмиссии для отработки и контроля этого процесса. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.053:621.935

Влияние горизонтального смещения пильных шкивов на устойчивость работы ленточных пил. ВЕСЕЛКОВА Б. А., ВЕСЕЛКОВ В. И., СЕЛЕЗНЕВ А. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 63—66.

Рассмотрены результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния горизонтального смещения пильных шкивов ленточнопильного станка на устойчивость плоской формы изгиба, поперечную жесткость, напряженное состояние ленточных пил и точность распиловки древесины в производственных условиях. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 536.244

Исследование энергетической эффективности малорядных шахматных пучков из оребренных труб. КУНТЫШ В. Б., ЮРКИН И. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 67—71.

Приведены результаты исследования теплоотдачи и аэродинамического сопротивления

обтекаемых воздухом двухрядных пучков из труб с накатными алюминиевыми ребрами. Сообщены данные по энергетической эффективности различных компоновок пучков. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 674.093.26-416.05

Планирование экспериментов по исследованию работы лущильного станка. ДУБИНИНА Т. А., КЛИМОВ А. Н., СТРИЖЕВ Ю. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 71—75.

Рассмотрена методика планирования эксперимента при исследовании технологического оборудования, в основу которой положена оценка точности измерений как разность дисперсии нормированного нормального закона распределения и дисперсии распределения Стьюдента. Ил. 1.

УДК 674.093.001.57

Моделирование интенсивного использования сырья в лесопилении. КОШУНЯЕВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 75—80.

На основе декомпозиции общей модели предложен комплекс частных моделей, реализация которых обеспечивает интенсивное использование сырья в лесопилении.

УДК 676.1.023.1

Разделение и идентификация кислой фракции отработанных отбелных растворов. ТУМАНОВА Т. А., ЧАСОВЕННАЯ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 81—84.

Приведены результаты разработки методики разделения и идентификации дикарбоновых кислот, по которой определено содержание дикарбоновых кислот в отработанных отбелных растворах. Ил. 1. Табл. 5. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 546.224:[541.134.5+541.132.3]

Механизм автоокисления в водных растворах сульфита и пиросульфита натрия. БОГОЛИЦЫН К. Г., ГУСАКОВ Л. В., ПАРФЕНОВА Л. Н., ОРЛОВА О. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 84—88.

Дан анализ схем окислительно-восстановительных превращений в водных растворах сульфита и пиросульфита натрия. Рассчитаны кинетические и термодинамические параметры, характеризующие процессы автоокисления исследованных растворов в интервале температур 298—358 К. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 16 назв.

УДК 676.017.9

Проклейка бумаги парафиновыми дисперсиями в нейтрально-щелочной среде. ВАЛЕНДО П. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 88—91.

Показано, что проклейка катионными парафиновыми дисперсиями осуществляется в нейтрально-щелочной среде и позволяет получить бумагу с улучшенными показателями качества. Ил. 1. Табл. 4. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 676.16.0.22

Применение перуксусной целлюлозы в специальных видах бумаги. ПОЖИДАЕВА Л. Ф., ЗИЛЬБЕРГЛЕЙТ М. А., ЛАЗУРЕНКО Н. В., ШУМЕЙКО В. К., БОРОВСКАЯ Л. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 91—94.

Показано, что перуксусная целлюлоза и изготовленные из нее бумаги обладают высокими физико-механическими свойствами. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 676.1.06

Характеристика прочности волокнистых полуфабрикатов с помощью их структурно-физических параметров. НЕПЕИН В. Н., ПЛОТНИКОВ И. А., СИМОНОВ В. С., ВАЛЕ-

ЕВ Р. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 94—96.

С использованием оригинальных методов и приборов ОСФП произведена экспериментальная проверка количественных зависимостей, связывающих механические свойства волокнистых полуфабрикатов (разрывную длину и сопротивление продавливанию) с их структурно-физическими параметрами. Ил. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 658.588:630*3.003

К вопросу об экономической оценке отказов лесозаготовительной техники. ЛЮБОВИКОВ Т. С., ЧАЖЕНГИН А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 97—100.

Рассмотрены экономические аспекты повреждений лесозаготовительной техники. Приведены основы классификации отказов по причинам возникновения и по последствиям. Дано понятие оптимального уровня затрат на предотвращение и профилактику отказов, экономически обоснованной частоты допустимых отказов. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*31:658.512

Об оптимизации производственных мощностей лесозаготовительных предприятий. РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 100—105.

Прирост и ликвидация, уменьшение диспропорций мощностей отдельных предприятий рассматриваются как выход процесса минимизации себестоимости продукции объединения при соблюдении лимита капиталовложения. Табл. 4. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 339.6:630*79

Эффективность ресурсосбережения в лесозаготовительных предприятиях. КОЖИН В. М., КОНДРАТЮК В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 105—108.

Рассмотрены условия эффективности внедрения мероприятий по экономии материальных ресурсов. Обоснованы основные источники и направления ресурсосбережения в лесозаготовительных предприятиях. Табл. 1.

УДК 621.39:681.3

Модель сети обмена данными АСУ лесопромышленным объединением. КОСТЕНКО В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 108—112.

Рассмотрена сеть обмена данными (СОД) в АСУ лесопромышленным объединением. Получена модель сети как системы массового обслуживания, на базе которой дано аналитическое выражение пропускной способности нижнего уровня иерархии СОД. Методика может быть использована разработчиками АСУ при выборе вариантов построения СОД. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*232

Создание культур сосны биогруппами из двух растений. ПРОКОПЬЕВ М. Н., РОГОЗИН М. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 114—115.

Изучены 29-летние культуры сосны, созданные обычной рядовой посадкой и посадкой семян в биогруппы. Показаны лучшие перспективы роста культур в биогруппах. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*232.311

Распределение урожая шишек по категориям деревьев в северных ельниках. ВОЙЧАЛЬ П. И., БАРАВИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 115—117.

На основании корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа данных 56 пробных площадей, заложенных в ельниках Архангельской, Вологодской областей и Коми

АССР, получены уравнения зависимости числа шишек в ступени, числа шишек на одном дереве, числа семяносящих деревьев от диаметра дерева, его относительного диаметра и рафта.

УДК 630*443

Грибы, поражающие листья, побеги, ветви и хвою древесно-кустарниковых пород Яламинского лесхоза Азербайджанской ССР. КАНЫГИНА Н. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 117—121.

Приведены сведения о 116 паразитных и сапрофитных видах грибов, поражающих древесно-кустарниковые породы в Яламинском лесхозе Азербайджанской ССР. Выявленные грибы относятся к 3 классам, 5 порядкам и 37 родам. Приведено их количественное распределение по родам, а также различие по морфологическим признакам. Указана встречаемость грибов в зависимости от вертикальной зональности. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 694.11:674.038.6

Сравнительное исследование прочности и жесткости сухого и увлажненного пиломатериалов при изгибе и сжатии. ДЕНЕШ Н. Д., СЛАВИК Ю. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 121—123.

Приведены результаты испытаний крупноразмерных образцов ели с сучками, на изгиб и сжатие вдоль волокон, в сухом и увлажненном состоянии. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.815-41:661.727.1

Корреляция между методами определения формальдегида, выделяющегося из древесностружечных плит. БАЛАКИН В. М., ГЛУХИХ В. В., ҚОРШУНОВА Н. И., ГОРБУНОВА Ю. Ю., СОКОЛЬНИКОВ Э. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 123—125.

Представлены экспериментальные данные по выделению формальдегида из древесностружечных плит в зависимости от времени выдержки плит после изготовления. Ил. 4. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 547.992.3

Карбонизация лигнина в процессе программируемого нагрева. ПОНОМАРЕВ Д. А., ШЕРГИНА С. В., ЛУКАШЕНКО И. М., КАЛИНКЕВИЧ Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 126—127.

Методом пиролизической масс-спектрометрии изучена термодеструкция лигнина ели в интервале температур. Полученные данные обсуждены в рамках структурных изменений, происходящих в лигнине при пиролизе. Ил. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 674.023.001.24

Графоаналитический метод составления и расчета поставок на заготовки для однослойных щитов паркета. БЕРСТЕНЕВА Г. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 127—129.

Метод позволяет в условиях специализированных предприятий по выпуску однослойных щитов паркета проводить обоснованное рациональное использование круглых сортиментов. Ил. 3.

УДК 621.7.015

Алмазное выглаживание нержавеющей сталей. АБАКУМОВ Н. В., БЫКОВ В. П., ПОТЕХИН В. Н., ПОЧИНКОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1988, № 2, с. 129—131.

Исследовано влияние алмазного выглаживания на формирование качества поверхностного слоя деталей из нержавеющей сталей 10Х17Н13М2Т и Х18Н9Т. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

Рефераты

УДК 66.067.33

Об эффективности фильтрования аспирационного воздуха. ГОЛУБЕВ А. М., ПОСТНИКОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесв. журн., 1988, № 2, с. 131—133.
Приведены результаты измерений и экспериментальные зависимости гидравлического

сопротивления от воздушной нагрузки, а также зависимость эффективности фильтрования от толщины пылевого слоя. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

Шестые Сукачевские чтения. ОГТРОУМОВА Н. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесв. журн., 1988, № 2, с. 134—137.
